



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

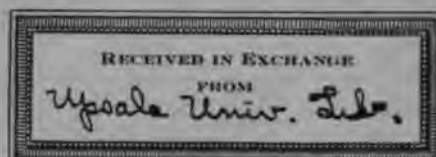
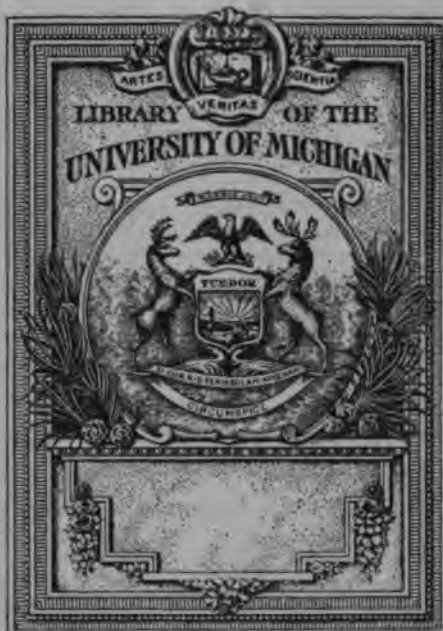
We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

B 1,067,792



96  
17









BULLETIN  
OF  
THE GEOLOGICAL INSTITUTION  
OF  
THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED  
BY  
HJ. SJÖGREN.

VOL. VIII.  
(1906—1907.)



UPSALA 1908  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG

Maria Miller, 66

2.

10

FEB 13 1935

L. VIII.

1906—07.

No. 15—16.

BULLETIN  
OF  
THE GEOLOGICAL INSTITUTION  
OF  
THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED

BY

HJ. SJÖGREN.

—KON—

UPSALA 1908

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG



## Table of Contents.

		Page
1.	WALLÉN, A. Régime hydrologique du Dalelf (Tafeln 1—4) .	1—72
2.	WIMAN, CARL. Studien über das Nordbaltische Silurgebiet (Tafeln 5—8) . . . . .	73—168
3.	ANDERSSON, J. GUNNAR. Geological fragments from Tierra del Fuego (Tafeln 9—12) . . . . .	169—183
4.	WIDMAN, RAGNAR. Experiments with granitic powder to illustrate the composition of some quaternary clays in Sweden .	184—189
5.	GEIJER, PER. Ein Vorkommen von »Fleckengranit» (=granite tacheté» LACROIX) in Stockholm (Tafeln 13—14) . . .	190—201
6.	GEIJER, PER. Apatitgänge in den Porphyren bei Kiruna . . .	202—213
7.	HÖGBOM, A. G. Über einige lamelläre Mineralverwachsungen mit Kalkspat . . . . .	214—228
8.	HÄGG, RICHARD. Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden als Beweise für wärmeres Klima während der Quartärzeit . . . . .	229—274
	'The Students' Association of Natural Science, Upsala, Geological and Physico-Geographical Division . . . . .	275—279





## I. Régime hydrologique du Dalelf.

Par

A. Wallén.

---

Bien que la Suède soit au point de vue de la structure géographique l'une des plus anciennes terres du globe, elle possède cependant un système fluvial jeune dû à la récente période glaciaire. Aussi ses fleuves sont-ils riches en lacs et en chutes, formations qui affectent grandement l'importance anthropogéographique des cours d'eau, les lacs exerçant sur le débit des eaux une action régulatrice, les chutes constituant l'une des sources de force les plus considérables que connaisse la technique moderne. Pendant la période glaciaire le pays a été couvert presque tout entier de sédiments glaciaires qui ont formé un revêtement souvent perméable sur la roche ordinairement imperméable, et exercent eux aussi sur le débit des fleuves une action régulatrice et constituent le terrain végétal des vastes forêts de conifères.

L'action régulatrice des lacs et des revêtements perméables diminue les crues et les débordements dévastateurs qui les accompagnent; peut-être faut-il trouver en ce fait l'une des causes qui ont contribué à faire négliger l'étude du régime hydrologique des fleuves suédois. Dans l'Europe centrale au contraire des phénomènes de ce genre ont provoqué d'abondantes et fructueuses études qui, entamées d'abord en vue de prévenir et de prévoir les crues, en sont arrivées à embrasser des questions de plus en plus nombreuses touchant le régime hydrologique des eaux fluviales. En outre ces études sont en grande partie passées du domaine de la science des ingénieurs dans celui de la science géographique; enfin les pouvoirs publics sont intervenus pour organiser les recherches fondamentales. Les exemples d'utilisation de l'immense réservoir d'énergie que constituent les chutes d'eau mises au service de la civilisation et de l'industrie ont enfin amené en Suède aussi l'Etat et les particuliers à s'intéresser à cet ordre de questions, et l'on peut espérer qu'avant peu les obstacles qui s'opposent encore à une connaissance précise du débit de nos fleuves seront définitivement écartés. L'un des objets du présent tra-

vail est de chercher à signaler dans une certaine mesure les principaux desiderata à cet égard.

Lorsque toutefois nous avons entrepris de traiter, en dépit de l'insuffisance des matériaux, de l'hydrologie d'un bassin fluvial suédois nous n'avons pas eu en vue seulement l'intérêt pratique d'une telle étude, nous avons envisagé aussi et surtout son importance au point de vue de la science géographique. L'étude de la circulation de l'eau dans la nature échoit à la météorologie en ce qui concerne la teneur de l'atmosphère en eau, les déplacements de l'eau dans l'atmosphère et ses changements d'état, mais depuis l'instant où l'eau atteint sous forme solide ou liquide la surface du sol jusqu'à celui où elle est restituée sous une forme quelconque à l'atmosphère elle appartient à la géographie physique. Etant donné l'importance de plus en plus grande que la géographie moderne attribue à l'action de l'eau courante dans le développement et la transformation des formes du relief, cette science doit s'attacher à évaluer avec précision les quantités d'eau auxquelles elle a à faire. Aussi bien A. PENCK<sup>1</sup> et W. ULE<sup>2</sup> ont-ils, dans les articles où ils traitent des objets et des méthodes de l'étude géographique des fleuves, considéré le régime hydrologique comme une branche très importante de cette étude. Celle-ci doit comprendre au total 1. une évaluation des précipitations atmosphériques et du débit des eaux courantes basée sur des mesures, et, tiré de ces données, le calcul du coefficient d'écoulement, c'est-à-dire du rapport entre ces quantités, 2. l'étude des variations de ce coefficient selon les circonstances climatiques et géographiques, 3. un exposé des variations de l'écoulement non seulement au point de vue quantitatif, mais aussi au point de vue de l'origine pendant les diverses parties de l'année et une réponse à la question connexe: que devient pendant le même temps la quantité d'eau qui représente la différence entre les précipitations et l'écoulement? L'extension de ces recherches, limitées jusqu'ici aux bassins fluviaux de l'Europe centrale, à un grand nombre de bassins des diverses parties du monde devient nécessaire si l'on veut connaître la circulation de l'eau et calculer avec précision, comme ont déjà essayé de le faire J. MURRAY<sup>3</sup> et E. BRÜCKNER,<sup>4</sup> les moyennes des précipitations, du débit et de l'évaporation pour de vastes étendues et des zones entières de la surface terrestre. En outre des études de ce genre soulèvent des questions encore controversées notamment les suivantes: les facteurs climatiques et spécialement les précipitations atmosphériques ont-ils sur l'écoulement

<sup>1</sup> A. PENCK: Potamology as a branch of physical Geography. Geogr. Journ. 1897. Die Flussskunde als ein Zweig geographischer Forschung. Z. Gw. 1898.

<sup>2</sup> W. ULE: Die Gewässerkunde im letzten Jahrzehnt III, Die Flussskunde G. Z. 15 Die Aufgabe geographischer Forschung an Flüssen. Abh. d. K. K. Geogr. Gesellschaft Wien 1902.

<sup>3</sup> J. MURRAY: On the total annual rainfall on the land of the globe, and the relation of rainfall to the annual discharge of rivers. The Scott. Geogr. Mag. 1887.

<sup>4</sup> E. BRÜCKNER: Ueber die Herkunft des Regens. G. Z. 1900. — Die Bilanz des Kreislaufs des Wassers auf der Erde. G. Z. 1905.

une influence prédominante? quelle est l'importance de la végétation dans le régime hydrologique des eaux? se produit-il des accumulations considérables sous forme de nappes phréatiques? C'est pourquoi nous avons considéré qu'une contribution à l'étude du régime hydrologique des fleuves tirée d'un domaine aussi différent que le Dalelf au point de vue des caractères géographiques et climatologiques des régions jusqu'ici étudiées pouvait être utile bien que, nous devons le reconnaître, les matériaux dont nous avons pu disposer, surtout en ce qui concerne l'étude des précipitations, ne nous aient pas permis d'atteindre le degré d'exactitude désirable.

Pour des recherches de ce genre la Suède n'offre point un grand nombre de bassins. Il faut que des mesures d'étiage et des mesures d'écoulements correspondantes aient été faites en un point convenable du fleuve pendant un nombre d'années aussi grand que possible pour que l'on puisse calculer des moyennes à peu près sûres. Or depuis très longtemps l'administration de la fonderie d'Avesta a fait procéder à Avesta à des relevés quotidiens de l'étiage du Dalelf, et au cours de ces dernières années des évaluations de l'écoulement ont été faites qui permettent de calculer le débit pour la période postérieure à 1894. De 1876 à 1896 l'Institut météorologique central de Stockholm a aussi fait relever des mesures d'étiage et de vitesse dans le Klarelf, à Bryngfjorden immédiatement au nord de Karlstad, mais ces mesures n'ont point été relevées avec autant de précision qu'à Avesta; elles ne sont complètes pour l'hiver qu'un petit nombre d'années et seulement en ce qui concerne l'étiage; en outre le calcul des moyennes de précipitations dans le bassin du Klarelf est rendu difficile pour ce fait que c'est seulement après 1895 que des stations appropriées ont existé dans la partie norvégienne du bassin, partie d'une superficie considérable et très importante au point de vue des précipitations. C'est pourquoi nous avons choisi de préférence le bassin du Dalelf en amont d'Avesta. La région ainsi délimitée ne correspond pas tout à fait au bassin total du Dalelf, mais la superficie du bassin en aval d'Avesta n'est pas considérable.

Mes recherches ont été faites presque toutes pendant le temps où j'ai été attaché à l'Institut météorologique de l'Université d'Upsal; je remplis un cher devoir en exprimant ici au directeur de cet Institut, M. le professeur H. H. Hildebrandsson, ma respectueuse gratitude pour le bienveillant intérêt qu'il n'a cessé de me témoigner au cours de mes travaux; j'adresse le même témoignage à mon maître en géographie, M. le professeur K. Ahlenius, et à M. le professeur Hj. Sjögren, à la bienveillance de qui je dois l'insertion de mon étude dans la présente publication.

Je viens enfin à remercier l'administration et le directeur, M. A. Sjögren, de la fonderie d'Avesta qui ont gracieusement mis à ma disposition les séries de mesures sur lesquelles mon travail est basé.

## 1. Aperçu géographique.

Le bassin du Dalelf est situé dans la Suède centrale; des parties les plus méridionales du faite scandinave son domaine s'étend vers le sud-est jusqu'à la région des lacs et des plaines de la Suède centrale, dont il n'atteint toutefois que la limite dans la plaine de l'Upland, autrefois séparée par les montagnes du Bergslag. Il draine une superficie de 29,000 kilomètres carrés,<sup>1</sup> atteint au nord 62° 17' de latitude nord et vers le sud à peu près 60°. À l'ouest il s'étend à peu près jusqu'à 11° 56' de long. est, à l'est il ne dépasse pas 17° 30'. Il appartient presque tout entier à la Suède, et en Suède à la province de Dalécarlie; 1,000 kil. carr. seulement appartiennent à la Norvège. La partie moyenne du bassin a une largeur assez considérable qui atteint de l'est à l'ouest un maximum d'environ 163 kil.

A l'ouest et au sud le bassin du Dalelf est borné presque exclusivement par les bassins du Klarelf et du lac Mälär, au nord et à l'est par ceux de la Ljusna et de la rivière de Gefle. On peut dire d'une façon générale qu'il est nettement séparé des bassins avoisinants. La ligne de partage des eaux franchit, il est vrai, assez fréquemment des marécages et des dépressions entre les montagnes et, dans le bassin inférieur, une plaine récente traversée d'âsar, c'est-à-dire de traînées de sable et de cailloux d'origine fluvio-glaciaire, sans autre relief déterminé, et où le drai-

<sup>1</sup> La superficie du bassin a été évaluée par le méthode planimétrique à l'aide des matériaux cartographiques existants après que les limites en eurent été tracées avec autant de précision que possible; les chiffres obtenus concordent avec ceux donnés par O. Appelberg dans le travail intitulé "Contributions à la connaissance de la quantité des eaux courantes des cours d'eau suédois" (Ingenjörsföreningens förhandlingar 1887; en suéd.). Nous évaluons à 26,400 kil. carr. la superficie du bassin en amont d'Avesta; A. PALM dans son "Rapport sur les recherches hydrographiques exécutées en 1899—1903 dans le gouvernement de Kopparberg" (Kopparbergs läns hushållningssällskaps handlingar 1903—04; en suéd.) donne 26,300 kil. carr. La différence est insignifiante et si nous avions connu cette évaluation avant de faire nos propres recherches nous l'aurions sans hésitation adopté pour ne pas introduire de disparates inutiles.

Nous donnons ici un tableau d'ensemble des matériaux cartographiques qui nous ont servi. Generalkarta öfver Sverige i skalan 1:1,000,000 utgifven af Generalstaben år 1902.

N. SÖLANDER: Karta öfver Sverige i skalan 1:500,000 1881—83.

Karta öfver Kopparbergs län i skalan 1:500,000 utgifven af Generalstabens Litografiska Anstalt, 1905.

Svenska Generalstabens kartor öfver Sverige i skalan 1:100,000. Blad: Falun, Hedemora, Gysinge, Sala, Gefle, Löfsta, Östhammar.

Karta öfver Kopparbergs län i sex blad, utarbetad af Generalstabens topografiska afdelning, 1879.

P. H. WIDMARK: Karta öfver provinsen Helsingland uti Gefleborgs län, 1851.

W. PETERSSON: Karta öfver Elfdalens socken uti Kopparbergs län, 1:200,000, 1891.

— Karta öfver Särna socken och Idre Kapellag uti Kopparbergs län, 1:200,000, 1885—95.

Norges geografiske Opmaaling: Topografisk kart over Norge, 1:100,000. Blad: Ljördalen, Bratfjeldet, Tryssil, Engerdalen.

NISSEN: Kart over det Sydlige Norge, 1:600,000.

nage a été modifié par l'intervention de l'homme, mais au total ces zones neutres, peu étendues, sont de médiocre importance. Il est naturellement plus difficile de savoir si la ligne de partage des eaux souterraines coïncide avec celle de la surface, mais ce doit être le cas d'une façon générale, et en tout cas les discordances possibles sont sans importance au point de vue du régime hydrologique des eaux.<sup>1</sup>

Au point de vue orographique le bassin presque tout entier constitue une région élevée avec des points culminants dépassant 1,200 m. En nous servant de la carte ci-jointe qui porte des lignes équidistantes indiquant une différence de niveau de 200 m., nous avons dessiné la courbe hypsographique de la fig. 1; d'où l'on tire que l'altitude moyenne du bassin est de 415 m. La zone intermédiaire entre 200 et 400 m. atteint la plus grande superficie, 9,000 kil. carr.; et la zone intermédiaire entre

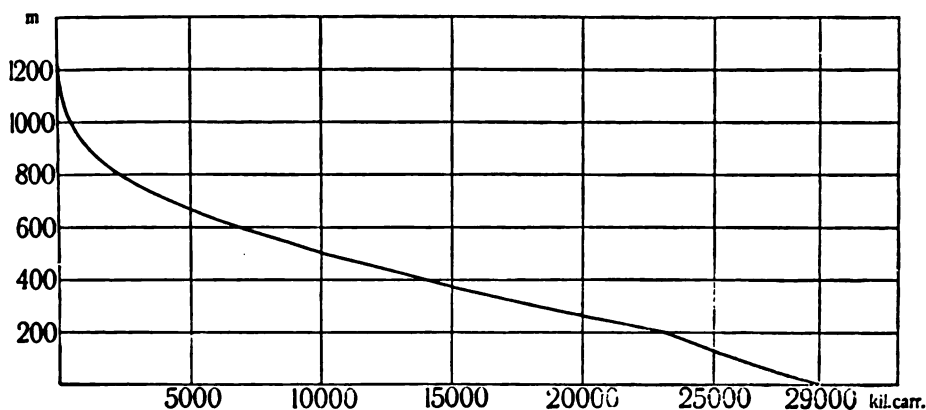


Fig. 1.

200 et 600 m. n'est pas inférieure à 1,600 kil. carr.; 400 kil. carr. seulement atteignent 1,000 m. et 5 kil. carr. environ dépassent 1,200 m.

On voit par la carte géologique du bassin du Dalelf que cette région est caractérisée par le même trait que l'ensemble du massif scandinave, l'anciennité des terrains.<sup>2</sup> C'est ainsi qu'on n'y rencontre ni roches

<sup>1</sup> A. PENCK: Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abh. herausg. von Dr. A. Penck. Bd. V. Wien 1896.

E. IMBEAUX: Essai programme d'Hydrologie Z. Gw. 1898, 1899.

<sup>2</sup> Nous donnons ici la liste des principaux ouvrages que nous avons utilisés pour cette description du bassin.

Öfre Dalarne förr och nu. 1903.

A. E. TÖRNEBOHM: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad. K. Sv. V. A. Handl. Bd 28. 1896.

E. SVEDMARK: Geologiska meddelanden från resor i Dalarne och Helsingland. G. F. F. 13. 3.

H. HEDSTRÖM: Om den senglaciala marina gränsen i Dalarne. G. F. F. 15. 3.

A. G. HÖGBOM: Om postarkeiska eruptiver inom det svensk-finska urberget. G. F. F. 15. 4.

— Sur la tectonique et l'orographie de la Scandinavie. Ann. de Géographie 1902.

éruptives ni terrains sédimentaires postérieurs au silurien. Cependant les roches les plus anciennes, les gneiss et les gneiss-granites n'y jouent pas le même rôle dominant que dans la plupart des régions de la Suède; ces roches archéennes ont été recouvertes de formations moins anciennes, qui apparaissent plus rarement dans le reste de la Suède et ont eu une grande influence aussi bien sur les formes du relief de la surface que sur la constitution des terrains de revêtement actuels.

Les parties orientales du bassin constituent un ensemble archéen où l'on ne rencontre que les gneiss et les gneiss-granites les plus anciens; les mêmes roches apparaissent aussi très fréquemment dans tout le bassin, au sud du lac Siljan, mais dans tout ce domaine une superficie plus considérable appartient à l'archéen supérieur, c'est à dire aux »granulites«, — nous groupons sous ce nom, conformément à la terminologie suédoise une partie des gneiss à grains fins — et en particulier à une grande quantité de granites de composition diverse. Lorsque ces granites supérieurs se formèrent les éruptions puissantes auxquelles sont dûs les porphyres, plus abondants encore dans notre bassin, avaient déjà eu lieu, peut-être n'étaient-elles point achevées; ces porphyres s'étendent sur la plus grande partie des régions situées à l'ouest et au nord-ouest du lac Siljan; ils sont eux-mêmes partiellement recouverts par des formations plus récentes. Leur constitution pétrographique est très variable: les plus récents, les porphyres felsitiques, sont d'une grande dureté et par conséquent remarquables au point de vue topographique. Dans le voisinage de Särna apparaît une roche très voisine, le syenite de cancrinite, dont se compose le Siksjöberg. Celui-ci serait d'après A. E. TÖRNEBOHM la base d'un ancien volcan c'est-à-dire un »neck«.

Après la période éruptive cette région semble avoir passé par une période de destruction suivie elle-même d'un changement de niveau positif quand se sont produits les puissants dépôts sédimentaires venus probablement du sud-est qui ont constitué les »grès de Dalécarlie«; ceux-ci forment une bande large d'environ 60 kil. et qui de Malung et d'Öje au sud s'étend vers le nord jusqu'à la limite du bassin au nord-est.

E. SVEDMARK: Geologiska notiser från Dalarne. G. F. F. 16. 6. — Orsa Finmarks geologi. G. F. F. 17. 2.

A. G. HÖGBOM: Högsta marina gränsen i Norra Sverige. G. F. F. 18. 6. — Några genombrottsdalar i vårt lands sydliga fjälltrakter. Ymer. 1895.

KELLGREN: Agronomiskt-botaniska studier i Norra Dalarne åren 1890 och 1891, S. G. U. afhandlingar och uppsatser. Ser. C. 119.

K. AHLENIUS: Bidrag till Siljanbäckenets geografi. Ymer 1905.

H. HEDSTRÖM: Redogörelse för de praktiskt-geologiska undersökningar, som med understöd af Kopparbergs läns Hushållningssällskap blifvit utförda i Dalarne sommaren 1892. Kopparb. Läns Hushålln. sällsk. Handl. 1894.

R. TOLF: Berättelse öfver torfmosseundersökningar i Dalarne sommaren 1897. Kopparb. läns Hushålln. sällsk. Handl. 1896—97. — Berättelae öfver torfmosseundersökningar i Härjedalen sommaren 1896. Svenska mosskulturföreningens tidskrift 1897. — Försumpning af skogsmark i öfre Dalarne. Svenska mosskulturföreningens tidskrift 1897.

La formation des grès à toutefois été interrompue par des éruptions, au cours desquelles les diabases se sont épanchées en couches puissantes. C'est ainsi que la plus ancienne de ces périodes éruptives a donné naissance à la couche de diabase dont les bords apparaissent au nord-ouest d'Öje sur une longueur de plus de 80 kil., le centre même de la couche étant recouvert de grès. Par la suite de nouvelles éruptions de diabase se produisent sous forme d'une couche injectée dans les grès; cette couche apparaît entre Öje et Transtrand, autour de Särna et d'Idre et aux environs du cours supérieur du Görelf et du Drefelf. Ces diabases ont résisté mieux à l'érosion que ne l'ont fait les grès; de là les nombreuses montagnes tabulaires caractéristiques que l'on rencontre par exemple entre Öje et Transtrand, comme le Lyberg, le Fenningberg, l'Hormundsberg. D'ailleurs les grès de Dalécarlie constituent aussi plusieurs montagnes considérables, présentant les caractères de plateaux ou de hautes plaines, tel l'ensemble montagneux qui s'élève le long de la frontière suède-norvégienne au nord du Hemfjäll, et qui renferment le Fulufjäll et le Faxefjäll hauts de plus de 1,000 m.

Dans les parties nord et nord-ouest du bassin apparaissent des grès et des quartzites plus récents quoique toujours algonkiens, et de même espèce que ceux que l'on rencontre hors du bassin sur de grandes étendues dans la région montagneuse scandinave. La partie plus ancienne de ces formations »sparagmitiques« est assez peu abondante et se rencontre surtout au nord de Herjehogna dans la région norvégienne du bassin, la partie supérieure au contraire sous forme de »quartzite de Vemdalen« joue un rôle important dans la composition de plusieurs des principales montagnes et sous forme de grès rose constitue le sous-sol des districts les plus septentrionaux du bassin. Parmi les montagnes formées de quartzite de Vemdalen il faut citer le Herjehogna et une série de sommets importants qui s'alignent vers le nord-ouest, tels que le Städjan, le Nipfjäll, le Fjätvåla. Grâce à sa dureté cette roche constitue ainsi une sorte de muraille qui domine les régions environnantes, les supérieures comme les inférieures, et que les fleuves, tel le Fjätälå, doivent franchir par des percées épigénétiques.

Les périodes de transgression au cours desquelles se déposèrent les diverses couches de grès furent suivies vers la fin de l'ère algonkienne d'un soulèvement qui exposa ces dépôts aux effets de l'érosion. Puis un nouvel transgression se produisit au début de l'ère silurienne, une grande partie du bassin fut recouverte par la mer et de puissants sédiments se formèrent. Des roches qui furent alors constituées il ne reste cependant que peu de restes préservés par diverses circonstances au cours de la longue période de destruction par l'eau courante et les agents atmosphériques qui suivit la formation de ces dépôts. Des restes de ce genre apparaissent près des lacs de Flötning et de Guttu dans la partie occidentale de la commune d'Idre et surtout dans la vallée circulaire constituée par les lacs Siljan et d'Orsa, l'Ore elf, les lacs Skat-



tung et d'Ore et la dépression de Boda. Outre des chistes et de calcaires siluriens apparaît ici une sorte de grès, le grès d'Orsa, qui date du silurien supérieur ou peut-être du dévonien.

La conservation de ces faibles fragments de dépôts siluriens est due aux perturbations tectoniques postérieures. La fin de l'ère silurienne et le début de l'ère suivante virent se former le puissant plissement calédonien qui donna naissance entre autres à la chaîne occidentale de la Scandinavie. Particulièrement caractéristiques de ses plissements en Scandinavie sont les énormes renversements qui se produisirent sur presque toute la longueur de la chaîne c. à d. sur 1,800 kil., et qui sur une largeur atteignant jusqu'à 130 kil, recouvrirent les couches récentes de terrains plus anciens. Un de ces lambeaux de poussée subsiste dans la partie nord-ouest de notre bassin; le Frönberg situé au nord-ouest d'Idre se compose en effet d'un granite archéen qui repose sur les quartzites apparentes de la région environnante. Par suite de ce phénomène les dépôts siluriens ont été couverts par les quartzites; de là leur conservation. Les couches siluriennes du bassin du Siljan par contre doivent leur conservation au fait suivant; la vallée circulaire qui est de constitution silurienne s'est affaissée, une série de failles s'étant produites, au dessous du niveau de la coupole granitique centrale; protégés par leur position les dépôts siluriens s'y sont maintenus par la suite tandis que l'érosion les faisait disparaître des régions environnantes. En même temps l'apparition des dislocations bouleversait considérablement et rompait l'ordre des strates dans toute cette région.

Les terrains que nous venons de passer en revue en retraçant l'ancienne évolution géographique de notre bassin apparaissent toutefois rarement à la surface; ils sont recouverts d'épaisses couches de sédiments, dépôts morainiques et agglomérations d'origine fluvio-glaciaire, abandonnés par la calotte de glace à l'issue de la période glaciaire qui constitue l'ère la plus importante au point de vue de l'aspect géographique actuel de notre pays. Ces couches de terrains meubles jouent donc dans le bassin actuel un rôle tout à fait capital, mais comme ils se composent d'éléments empruntés au sous-sol, leurs caractères dépendent essentiellement de la nature des couches sous-jacentes. C'est ainsi que dans la région des grès les dépôts morainiques se composent de grès écrasés et désagrégés; de là leur perméabilité plus grande que dans les régions archéennes où ils se composent de débris de gneiss, de porphyre et de granite. Dans les régions siluriennes et parages avoisinants ils sont plus argileux et calcaires, de sorte qu'ils sont beaucoup plus favorables à la culture: partout ailleurs ils ne portent que des forêts et des marécages, présentant ceux-ci souvent des caractères différents selon que l'on se trouve dans une région de grès ou de porphyres.

Les dépôts d'origine fluvio-glaciaire que l'on rencontre partout en abondance n'offrent pas à la végétation des conditions fort différentes. Au point de vue topographique ils sont très remarquables quand ils

apparaissent sous forme d'âsar. Tel est le cas dans presque tout le bassin aussi bien dans les parties supérieures, par exemple à Malung et Lima, Mora et Elfdalen que dans les parties inférieures où l'on rencontre par exemple l'âs d'Upsal qui suit le Dalelf à l'embouchure.

Dans les parties les plus basses du bassin les couches superficielles accusent une autre constitution; en effet ces régions étaient sous la mer lors de la fonte des glaces; elles furent surélevées à la fin de la période glaciaire et dans les temps qui suivirent. Dans notre bassin la mer atteignit lors de sa plus grande extension jusqu'à 200 à 225 m. au-dessus de son niveau actuel. Dans toute la zone marine les dépôts morainiques furent partiellement emportés et reconstitués à nouveau; les masses énormes de sédiments apportés par les fleuves chargés de limons subirent le même sort. Ainsi apparut un revêtement nouveau composé de couches de limon et de sable déposées par la mer et constituant un sol favorable à la culture. C'est pourquoi la zone cultivée sur une grande échelle correspond d'une façon générale à l'ancien domaine marin.

A ces dépôts s'ajoutent dans les vallées de puissants apports fluviaux formant parfois des plaines en parties cultivées en partie couvertes de marais, souvent profondément entaillées par les fleuves qui coulent alors entre des ravins (nommés »nipor») escarpés.

Le revêtement superficiel que nous venons de décrire porte une végétation qui se compose essentiellement de forêts de conifères. D'après les calculs de O. APPELBERG<sup>1</sup> 2,9 % seulement de la superficie du bassin du Dalelf appartiennent aux terres cultivées, 4,1 % aux prairies tandis que les forêts et les terrains impropres à la culture couvrent 87,2 % et les lacs 5,8 %. Les terres cultivées on trouve principalement, nous l'avons vu, dans l'ancienne zone submergée; particulièrement favorisées sont les communes des environs du Siljan et du lac d'Orsa, Ore et Boda, qui possèdent grâce à la constitution du sous-sol un sol plus argileux et calcaire. Mais même dans les régions inférieures le sol cultivé n'atteint jamais des proportions considérables. Dans le gouvernement de Kopparberg il n'occupe au-dessous de Djurås où s'unissent les deux branches du Dalelf que 10 à 20 % de la région. Dans les régions supérieures il ne se rencontre que dans les étroites vallées et demeure assez maigre. A l'ouest d'Elfdalen il ne représente que 1 % de la surface totale.

Aussi les forêts dominent-elles; elles sont composées de pins (*Pinus silvestris*), espèce d'arbres de beaucoup la plus nombreuse, avec laquelle seuls les rapins (*Pinus abies*) et les bouleaux (*Betula odorata*) jouent un rôle notable dans les groupements forestiers. Sur les 25,300 kil. carr. qui d'après O. APPELBERG appartiennent aux forêts et terrains impropres à la culture, on peut considérer que 80 % environ<sup>2</sup> sont couverts par les forêts,

<sup>1</sup> O. APPELBERG: Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingenjörföreningens förhandlingar 1887.

<sup>2</sup> En admettant que les proportions soient à peu près les mêmes dans le bassin du Dalelf et le gouvernement de Kopparberg.

en sorte qu'au total celles-ci n'occuperaient pas moins de 20,000 kil. carr. dans le bassin du Dalelf.

La limite supérieure des arbres dans les régions montagneuses de notre bassin est à une altitude de 800 à 900 m.; 2,300 kil. carr. sont situés à plus de 800 m. Sur la limite on rencontre une zone de bouleaux présentant une largeur verticale de 30 à 50 m.; au-dessous commencent les bois de rapins et de pins desquelles dominent, comme nous l'avons dit, les seconds. Au-dessus de la limite supérieure des arbres des landes couvertes surtout de bruyères constituent le principal système végétal.

Parmi les terrains impropres à la culture, assez considérables, on vient de le voir, les marécages occupent le premier rang; leur qualité d'assembleurs d'eau leur donne une grande importance. Ils sont étendus surtout dans la région morainique couverte de forêts et sont dûs soit à l'envahissement des lacs par la végétation, soit à la transformation spontanée des forêts en tourbières. Dans les plaines, le long des fleuves, ils sont nombreux aussi, moins toutefois dans les parties inférieures du bassin. Ils sont dûs alors à l'envahissement des lagunes et des lacs par la végétation. Leur végétation présente des caractères différents selon la constitution du sous-sol. C'est ainsi que les marais à carex sont beaucoup plus étendus dans les régions des grès et du silurien que partout ailleurs où l'on ne rencontre guère que des marais à sphaigne.

Si maintenant nous récapitulons tout ce vient d'être dit pour essayer de diviser le bassin du Dalelf en zones géographiques, nous distinguerons au premier abord trois domaines distincts. Le premier se compose d'une plaine récente, recouverte à la fin de l'époque glaciaire et dans la période suivante par la mer, dans laquelle les sédiments se déposèrent; il comprend les parties inférieures à 200 ou 225 m (environ 6,000 kil. carr.) et coïncide d'une façon générale avec le domaine des terres cultivées sur une grande échelle. A l'ouest et au nord-ouest apparaît une région de haut relief comprenant les montagnes à forme de plateaux qui dépassent la limite supérieure des arbres et par conséquent sont reliées par la courbe de niveau de 900 m. Entre ces deux domaines s'étend le troisième qui est le plus vaste, celui des forêts et des marécages continus.

Nous pouvons en outre établir des subdivisions de zones d'après la constitution du sous-sol et ses caractères essentiels. Nous distinguerons ainsi, dans le domaine le plus élevé la région montagneuse des grès de Dalécarlie et celle des formations de »sparagmite«, la première comprenant les montagnes qui s'étendent du Hemfjell au Herjehogna et au delà vers l'ouest, la seconde les montagnes de quartzite et le pays plus au nord et à l'ouest. Outre les différences de constitution des terrains, la seconde de ses régions se distingue encore de la première par les perturbations tectoniques contemporaines des plissements siluriens.

Dans la zone des forêts nous distinguerons la région des formations tabulaires de grès de Dalécarlie, la coulée porphyrique (la frontière de ces

deux régions coïncide presque tout-à-fait avec la ligne de partage des eaux entre les vallées de l'ouest et de l'est), la région des terrains primitifs à l'est du bassin, la région, riche en mines, d'où le nom, le Bergslag, des »granulites» et des granites et enfin la région de fracture du bassin du Siljan, laquelle comprend aussi une partie de la plaine. Nous avons rappelé antérieurement les caractéristiques de ces diverses régions.

Il nous reste à parler du Dalelf et à rappeler brièvement les particularités de son cours. Il est constitué par la réunion de deux bras, l'Österdalelf et le Vesterdalelf. Le premier vient du lac de Vän situé à la frontière à une altitude de 825 m. et conserve dans tout son cours une direction générale nord-ouest sud-est. Il traverse outre de petits lacs, simples élargissements du fleuve, le lac Siljan, d'une superficie de 286 kil. carr., le sixième par l'étendue des lacs de Suède. La surface du Siljan est à 165 m. d'altitude, sa plus grande profondeur est de 125 m.; le relief du fond est caractérisé par un chenal profond en forme d'S. L'Österdalelf sort du Siljan à Leksand, traverse l'Insjön et rencontre à Djurås l'autre bras. Les affluents les plus importants sont le Fjätelf et l'Oreelf; le premier coule dans les parties le plus au nord-est du bassin, franchit, ainsi qu'il a été expliqué plus haut, en se dirigeant vers le sud-sud-est, le faite de quartzite et atteint le fleuve en aval de Särna. Le second vient du lac Gällsjön, coule d'abord vers l'est-sud-est, fait un coude brusque vers le sud-sud-est, et conserve cette direction jusqu'au lac Ore-sjön dans lequel il se jette. Il entre là dans la région de fracture du bassin du Siljan, suit désormais en traversant le lac de Skattung la direction ouest de la faille jusqu'au lac d'Orsa. Ce dernier communique au sud avec le Siljan au confluent de l'Österdalelf et n'est séparé de ce fleuve que de basses terres deltaïques. Si l'on regarde le Storån émissaire du lac Vånsjö comme bras principal l'Österdalelf a un longueur d'environ 275 kil; il draine une superficie d'environ 12,300 kil. carr.

Le Vesterdalelf est constitué par la réunion du Fuluelf et du Görelf; le premier de ces cours d'eau vient des lacs de Kammsjö à l'ouest d'Idre, le second des lacs Lilling situés sur le versant nord-ouest du Fulufjell. Le Görelf coule d'abord vers le sud, pénètre en Norvège où il reçoit l'important Drefelf fait un coude vers le sud-est pour, arrivé à la frontière, tourner brusquement vers l'est et se jeter dans le Fuluelf qui pendant tout son cours a coulé vers le sud-est et le sud. Le Vesterdalelf continue ensuite dans la même direction jusqu'à Äppelbo où il s'incurve vers l'est. Après de nombreux changements de direction il atteint enfin l'autre bras. Si l'on considère le Fuluelf comme le bras principal, le Vesterdalelf a une longueur d'environ 300 kil. et draine une superficie de 8,550 kil. carr. Son principal affluent est le Vanån qui traverse le lac le Venjan et a son confluent un peu à l'est d'Äppelbo.

Au delà du confluent de ses deux bras, le Dalelf coule toujours très sinueux vers le sud-est jusqu'à Krylbo, situé à peu de distance en aval d'Ävesta, et recueille l'émissaire du lac Runn, qui apporte aussi le trop-

plein du lac Amung et de plusieurs autres lacs de la région orientale. Au delà de Krylbo le sillon du fleuve, orienté vers l'est et le nord-est fait partie intégrante d'une série de lacs, les lacs de Bäsingen, Bysjön, Fernebofjärd, Hedesunds-fjärd, puis le fleuve tourne vers le nord, franchit les remarquables cascades d'Elfkarleby et se jette dans le golfe de Gefle. De Djurås à la mer le fleuve a une longueur d'environ 230 km.

Les cours d'eau du bassin du Dalelf sont caractérisés par la discontinuité des pentes c'est-à-dire la perpétuelle alternance de tronçons torrentiels et de tronçons à faible courant.

Dans les premiers ils franchissent de nombreux rapides. Les cascades à profil abrupt sont rares; il faut citer cependant la cascade de Njupesjär où le petit affluent du Fulufelf, le Njupån, se précipite de la montagne de Fulufjell d'une hauteur de 90 m., la chute étant verticale dans les 70 m. inférieurs, la cascade de Granå, avec 7 m. de déversement vertical, la cascade d'Elfkarleby haute de 15 m. etc. Dans la partie inférieure du bassin la puissance hydraulique de ces chutes et de ces rapides est utilisée souvent par l'industrie, mais des forces immenses demeurent encore inemployées.

Les tronçons à faible courant présentent leurs caractères ordinaires: souvent les cours d'eau s'y élargissent en lacs, tels les lacs d'Idre et de Särna, situés dans le bassin de l'Österdalelf; ou encore leurs dépôts forment de vastes plaines alluviales à travers lesquelles les cours d'eau serpentent en donnant naissance aux formations caractéristiques des bassins inférieures: anciens lits, lacs en fer à cheval etc. La plaine alluviale de ce genre la plus caractéristique est située dans le bassin du Vesterdalelf sur le parcours déjà signalé à l'est d'Äppelbo autour de Jerna (plaine de Jerna); plus haut on a signalé la plaine deltaïque du confluent de l'Österdalelf dans le Siljan où apparaissent des phénomènes de même genre.

## 2. Les précipitations atmosphériques dans le bassin du Dalelf.

L'étude du régime hydrologique d'un fleuve, c'est-à-dire, de ses ressources en eau abandonnée par l'atmosphère, et de l'évacuation de cette eau par le fleuve lui-même ou par d'autres agents, suppose tout d'abord la connaissance de deux facteurs: la quantité et la répartition des précipitations atmosphériques, la quantité d'eau débitée par le fleuve. Occupons-nous d'abord du premier de ces deux points.

On peut indiquer la quantité des précipitations de deux manières, soit en donnant la hauteur des précipitations, c'est-à-dire la hauteur de la couche d'eau que l'on obtiendrait si l'eau tombée était uniformément répandue sur tout le bassin; soit en donnant la précipitation totale, c'est-à-dire le cubage de l'eau tombée que l'on obtient en multipliant la hau-

teur des précipitations par la surface du bassin. Le total obtenu dans le second cas étant considérable et d'un maniement peu commode, nous avons au cours du présent travail toujours employé la hauteur. Il est d'ailleurs à remarquer que tous les chiffres utilisés se rapportent au bassin en amont d'Avesta et non au bassin total du Dalelf.

Les matériaux que nous avons utilisés pour nos calculs sont principalement constitués par les mesures des précipitations relevées sur l'initiative de l'Institut météorologique central depuis 1880 sur un grand nombre de points de la Suède et publiées dans le »Månadsöfversikt öfver väderleken i Sverige» édité par H. E. HAMBERG. Les années pour lesquelles nous désirions connaître les valeurs des précipitations étaient les années 1894—1904, aucune évaluation de l'écoulement n'ayant été faite avant 1894.

Toutefois les observations, ainsi qu'il arrive presque toujours en des cas semblables, manquent souvent pour telle ou telle station; une station cessant de fonctionner, souvent après quelques mois seulement d'existence, est remplacée par une autre située dans le voisinage, mais souvent aussi n'est pas remplacée du tout. Dans tout notre bassin on ne compte que 13 stations ayant fourni des séries régulières d'observations pour la totalité de la période considérée, ou des séries assez abondantes pour que l'on ait pu sans risquer de trop fortes erreurs les compléter à l'aide de la méthode d'interpolation ordinaire en empruntant les données d'une station voisine (méthode dite communément de HANN). 7 autres stations sont situées dans le voisinage du bassin et fournissent en conséquence des observations utilisables. En Norvège et dans le voisinage du bassin 4 stations ont de 1896—1904 fourni des observations<sup>1</sup> à peu près complètes qui ont aussi été utilisées. On n'a pas toutefois tenté à restituer par interpolation les valeurs non fournies par ces stations pour 1894—96. En outre de ces 24 stations, 30 autres stations situées dans le bassin ou son voisinage ont entrepris des observations pendant un temps plus ou moins long. Ces diverses stations sont indiquées sur la carte que nous donnons du bassin; celles pour lesquelles on a des mesures directes ou calculées complètes et les 4 stations norvégiennes sont désignées par ○ (stations normales), les autres par ●.

Un simple coup d'oeil sur la carte permet de se rendre compte que toutes ces stations sont fort inégalement réparties dans le bassin. Elles sont relativement nombreuses dans les parties sud et sud-est, mais sont très rares dans les parties ouest et nord-ouest qui présentent l'altitude la plus considérable et qui reçoivent les précipitations les plus considérables. On voit en outre qu'elles sont à peu près sans exception situées dans les vallées et la plaine, ce qui s'explique par la difficulté de se procurer des observateurs dans les régions forestières et montagneuses à peu près inhabitées. Une station suédoise et trois stations norvégiennes seu-

<sup>1</sup> Nedbøriakttagelser i Norge utgivet af det norske meteorologiske Institut I—X, 1895—1904.

lement sont situées au-dessus de 500 m., encore la station suédoise, celle de Storsätern n'offre-t-elle des observations que pour 11 mois de la période que nous étudions.

Les précipitations sont fort variables d'un lieu à un autre, même peu éloigné; elles dépendent en effet de divers facteurs, altitude, voisinage de la mer ou de lacs étendus, exposition aux vents etc. Aussi est-il de la plus grande importance, si l'on veut calculer la précipitation moyenne pour un domaine donné, que les stations soient aussi rapprochées les unes des autres et aussi régulièrement réparties que possible entre les diverses zones orographiques et géographiques. Nous venons de voir que ce vœu est très mal réalisé dans le bassin du Dalelf. Il faut cependant, en utilisant les observations faites, calculer non seulement la précipitation moyenne par mois et par an, mais aussi la précipitation pour tous les mois où l'étude des relations entre sa masse et les valeurs correspondantes de l'écoulement présente un intérêt.

Il est évident que l'emploi de la méthode des moyennes calculées directement — méthode qui plus que tout autre exigerait un réseau de stations nombreuses et régulièrement réparties — et à laquelle O. APPELBERG<sup>1</sup> a eu recours, devait conduire à des résultats très peu sûrs. La méthode des isohyètes, si l'on dessine les isohyètes en tenant compte des conditions de niveau, est peut-être la plus sûre; elle a été employée par exemple par V. RUVARAC,<sup>2</sup> par A. PENCK<sup>3</sup> et par J. MÜLLNER<sup>4</sup> pour des recherches analogues, mais on ne peut guère l'employer quand on désire calculer la hauteur de la précipitation pour chaque mois. Il faudrait alors dessiner une carte des isohyètes pour chaque mois ce qui, même si l'on remplaçait le levé planimétrique par la méthode d'interpolation proposée par W. MEINHARDUS,<sup>5</sup> demanderait un temps considérable. Les auteurs que nous venons de citer n'ont pas tenté de calculer les valeurs mensuelles, mais se sont borné à calculer au moyen de la méthode des isohyètes la précipitation moyenne annuelle pour la période étudiée. Les valeurs pour chaque année ont ensuite été tirées des variations de la précipitation en un certain nombre de stations régulièrement réparties dans le pays; les moyennes mensuelles pour la période ont été calculées de la même façon pour chaque mois en utilisant l'échelle proportionnelle mensuelle telle qu'elle était fournie par les mêmes stations.

<sup>1</sup> O. APPELBERG: Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingenjörföreningens förhandlingar 1887.

<sup>2</sup> V. RUVARAC: Die Abfluss- und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen. Geogr. Abhandl. herausg. von A. PENCK. Bd. V. 1896.

<sup>3</sup> A. PENCK: Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abhandl. herausg. von A. PENCK. Bd. V. 1896.

<sup>4</sup> J. MÜLLNER: Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun. Geogr. Abhandl. herausg. von A. PENCK. Bd. VI. 1896.

<sup>5</sup> W. MEINHARDUS: Eine einfache Methode zur Berechnung klimatologischer Mittelwerte von Flächen. M. Z. 1900

Nous ne pouvons adopter non plus la méthode employée par W. ULE,<sup>1</sup> et qui consiste à diviser le domaine étudié en circonscriptions peu étendues, et choisies de façon à présenter des conditions orographiques et topographiques aussi semblables que possible, et à calculer ensuite la hauteur de la précipitation pour chaque circonscription en formant les moyennes directement. En effet les mêmes objections se présentent contre la formation directe de moyennes pour les circonscriptions élevées que pour le domaine tout entier; de plus cette méthode ne tient pas compte des conditions de niveau ce qu'il est indispensable de faire quand il s'agit d'un domaine tel que notre bassin, et où les stations sont réparties ainsi qu'il a été dit.

La méthode qui convient à notre bassin doit remplir les conditions suivantes: elle doit 1., étant donné que l'on n'a pas d'observations pour les hautes altitudes, permettre de tenir compte des différences de niveau; 2. permettre de faire état des observations incomplètes fournies par toute une série de stations. La première condition serait remplie si par exemple, après avoir divisé le bassin en circonscriptions, on cherchait à évaluer l'importance des diverses stations au point de vue de la précipitation moyenne en utilisant les stations situées dans les circonscriptions ou leur voisinage et en tenant compte aussi exactement que possible des conditions orographiques et climatiques; cela permettrait d'attribuer à chaque station un coefficient et d'obtenir pour chaque circonscription une formule donnant la précipitation. Mais autre qu'elle répond difficilement à la seconde condition, cette méthode présente l'inconvénient de laisser place à des erreurs souvent considérables dans le calcul des moyennes mensuelles puisque ces moyennes seraient calculées à l'aide d'une même formule normale tirée de la moyenne annuelle.

En conséquence nous avons préféré avoir recours à une méthode à peu près conforme à celle que H. E. HAMBERG a proposée et employée lui-même pour ses calculs des précipitations moyennes en Suède dans son grand travail »De l'influence des forêts sur le climat de la Suède«. La méthode employée par P. SCHREIBER<sup>2</sup> pour calculer les précipitations du bassin saxon de l'Elbe est analogue. Notre bassin fut recouvert d'un réseau de 80 points représentant chacun un rectangle d'environ 400 kil. carr. de superficie, en chaque point on inscrivit l'altitude moyenne approximativement évaluée du rectangle environnant. On dressa ainsi des cartes mensuelles pour les onze années que durèrent les recherches, au total 132 cartes sur lesquelles on reporta 1. les valeurs des précipitations pour les stations normales, et pour toutes les stations où en outre des mesures

<sup>1</sup> W. ULE: Zur Hydrographie der Saale. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 10. 1897.

— Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 14. 1903.

<sup>2</sup> P. SCHREIBER: Beiträge zur meteorologischen Hydrologie der Elbe. Abhandl. des Königl. sächs. meteorologischen Institutes. Heft 2. 1897.



avaient été prises dans le mois, 2. un certain nombre d'autres valeurs calculées, mais moins sûres, dont il sera parlé plus loin. En chaque point on interpola ensuite une valeur de précipitations, arrondie à 5 mm., en utilisant les valeurs des stations environnantes, et en tenant compte de l'altitude du point. Grâce à ces cartes mensuelles la hauteur des pluies pour chaque mois put être calculée exactement de la même façon qu'avec la méthode d'interpolation du W. MEINHARDUS.<sup>1</sup> Les valeurs interpolées furent ensuite groupées en tableaux d'où l'on tira pour les onze années les moyennes mensuelles et la moyenne annuelle. Les moyennes inscrites sur des cartes analogues, on put tracer les lignes isohyètes et l'on obtint ainsi des cartes d'isohyètes moyennes. Ces cartes pour Janvier, Avril, Juillet et Octobre sont reproduites à une échelle réduite dans la Tab. 3; les isohyètes annuelles sont dessinées sur la carte géographique du bassin.

Ces cartes ne peuvent naturellement donner une représentation détaillée de la répartition des pluies; notamment les lignes deviennent incertaines le long des frontières du bassin, puisqu'on ignore celles des régions environnantes. On les a retenues surtout pour faciliter une comparaison entre les valeurs de précipitations obtenues par interpolation et celles provenant de mesures réellement prises dans les diverses stations. Les écarts que l'on observe entre ces cartes et les cartes correspondantes de H. E. HAMBERG<sup>2</sup> pour la période 1881—94 sont peu considérables sauf ceux qui dépendent de la prise en considération des différences de niveau et ceux qui sont attribuables aux données tardivement obtenues sur les précipitations dans les régions norvégiennes voisines, à la suite du développement du réseau des stations norvégiennes en 1895.

La méthode employée paraît donc satisfaire d'une façon générale aux conditions ci-dessus formulées; elle permet d'obtenir la hauteur des pluies pour chaque mois, d'utiliser toutes les séries d'observations, si courtes qu'elles soient, et enfin de tenir compte dans les interpolations des circonstances orographiques. Les erreurs possibles dans le calcul des valeurs obtenues ne sauraient être très considérables, et peuvent dans une certaine mesure être évaluées. Une erreur de 1 mm. seulement pour une valeur de mois supposerait une erreur d'évaluation de 80 mm., et que par exemple on a évalué les valeurs de 8 points avec 10 mm. d'erreurs, celles de 16 points avec 5 mm. etc., d'où il apparaît au premier instant que des erreurs d'évaluations même commises en un grand nombre de points auraient une assez médiocre influence. En tenant compte en outre autant que possible lors des interpolations des données des plusieurs stations voisines, on évite l'influence d'anomalies accidentelles des valeurs mesurées. Si comme H. E. HAMBERG nous évaluons l'erreur probable en ce qui concerne les valeurs mensuelles prises isolément à  $\pm 10\%$ , l'erreur pour la moyenne de toute la période serait d'après la formule de

<sup>1</sup> W. MEINHARDUS: l. c.

<sup>2</sup> H. E. HAMBERG: Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. IV. Nederbörd. Bihang till domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet för år 1895. 1895.

FECHNER<sup>1</sup> égale à  $\pm 2.6\%$ . Il pourrait toutefois très bien faire que notre procédé d'interpolation ait un peu augmenté l'erreur. Si donc nous évaluons cette erreur à  $15\%$ , l'erreur probable pour la moyenne mensuelle atteint environ  $4\%$ . Les erreurs peuvent d'ailleurs être très considérables pour les valeurs mensuelles considérées isolément; c'est ainsi que pour une hauteur de 20 mm. en Février l'erreur pourrait, à notre avis, atteindre 3 mm., pour une hauteur de 100 mm. en Juillet 15 mm., mais le degré de précision que nous avons obtenu est tout à fait satisfaisant pour le but que nous nous proposons.

Enfin outre qu'il est facile de contrôler sa précision, cette méthode est avantageuse par les facilités qu'elle offre pour déterminer les précipi-

Tab. I.

Station	Alt. m	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	Moy
Särna . . .	450	598	649	568	565	710	479	432	396	444	426	331*	509
Transtrand .	723	723	792	714	746	773	616	580	480	579	678	473*	650
Malung . . .	371	587	728	690	737	728	613	529	456	595	633	440*	612
Elfdalen . .	250	567	602	540	633	621	482	435	379*	517	506	432	519
Mora . . .	170	540	660	553	575	678	543	463	326*	496	534	446	529
Rättvik . .	170	488	614	516	430	535	368	354	276*	407	399	337	429
Östanvik . .	200	529	600	497	471	599	465	368	344*	383	498	423	471
Olsbacka . .	130	544	667	571	594	656	602	437	311*	511	580	450	539
Vassbo . . .	120	594	673	587	597	647	597	405	307*	508	608	471	545
Falun . . .	122	534	672	662	645	652	551	482	330*	502	665	478	561
Sundborn . .	130	530	576	540	568	558	456	415	325*	423	583	399	488
Rönndalen .	200	514	574	562	509	628	552	430	370*	404	488	463	499
Stjärnsund .	130	533	635	670	661	748	637	505	307*	565	714	531	591
Sveg . . .	346	419	473	419	495	523	451	398	378*	452	430	403	440
Ljungby . .	400	582	645	606	672	672	629	517	483*	577	613	501	591
Humlebacken	150	590	840	632	632	653	549	484	372*	521	664	483	584
Korså . . .	190	544	711	680	750	699	570	536	364*	576	704	463	600
Mossgrufvan	180	639	688	740	689	854	638	588	349*	589	876	554	655
By . . . .	70	484	604	620	636	699	546	483	265*	480	749	488	550
Gysinge . .	60	487	605	602	536	614	478	420	266*	439	639	417	500
Sanden . . .	362	—	—	857	918	812	670	738	668	662	775	631*	748
Glötvola . .	706	—	—	716	680	540	540	541	451	446	490	332*	526
Saeter . . .	681	—	—	595	521	526	490	540	440*	464	573	441	510

<sup>1</sup> J. HANN: Lehrbuch der Meteorologie. Pag. 107. 1901.

tations en tel domaine restreint du bassin, par exemple les bassins des bras principaux ou des affluents, en telle zone d'altitude etc.

Avant de passer aux principes suivis au cours des interpolations nous donnerons quelques détails sur le régime des pluies aux stations normales. Les tableaux I et II contiennent le premier les totaux annuels des précipitations aux stations normales pour les années 1894—1904 inclus. (1896—1904 inclus pour les stations norvégiennes), le second les moyennes mensuelles pour le même temps. Les valeurs dans lesquelles sont entrées des chiffres obtenues par interpolation d'après la méthode de HANN sont en italiques; ce sont les plus nombreuses. La comparaison des deux tableaux montre cependant que le nombre des valeurs mensuelles interpolées est en général très restreint et se réduit souvent à 1.

Comme la distance entre les stations est en général si considérable que l'on atteint ou dépasse les limites dans lesquelles l'emploi de la méthode est légitime, on s'est livré à des recherches spéciales pour savoir quelle station doit être élue de préférence en vue des comparaisons avec

Tab. II.

Station	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Järna . . .	17*	19	29	20	42	61	76	89	51	51	24	30	509
Frånstrand .	27*	27*	42	29	52	67	95	101	62	69	38	41	650
Malung . . .	31	27*	29	33	44	52	96	101	59	56	36	38	612
Alfdalen . .	22	23	35	20*	38	54	74	81	55	51	31	35	519
Flora . . .	25	27	39	22*	47	49	73	82	49	52	26	38	529
Lättvik . . .	17	16*	23	18	44	47	66	70	47	41	20	20	429
Östänvik . .	22	23	28	21*	39	56	59	70	48	48	27	30	471
Ölsbacka . .	28	26	36	25*	50	58	76	82	50	50	27	31	539
Fassbo . . .	27	27	30	24*	50	62	79	87	52	47	26	34	545
Malun . . .	34	33	38	26*	48	58	70	84	50	50	32	38	561
Grundborn .	25	24	30	22*	45	55	64	76	45	43	28	31	488
Könndalen .	29	26	26	21*	42	49	60	85	45	50	30	36	499
Stjærnsund .	33	30*	43	34	47	56	76	89	53	52	34	44	591
veg . . .	15*	18	27	17	37	54	65	79	43	39	19	27	440
Jungby . . .	25*	29	41	27	46	66	78	95	57	53	29	45	591
Lumlebacken	26*	29	39	32	46	53	75	100	50	61	34	39	584
Lorså . . .	33	31	40	28*	45	60	68	100	55	58	38	44	600
Lössgrufvan	31	29*	46	40	51	60	92	104	58	62	39	44	655
y . . .	29	30	42	31	40	47	74	87	45	50	32	43	550
ysinge . . .	29	32	39	27*	33	46	65	73	42	45	28	41	500
anden . . .	29*	38	49	37	52	84	81	105	75	102	40	56	748
Lötvola . . .	23	21*	36	28	45	66	63	86	46	47	23	42	526
Leter . . .	31	25	31	24*	37	58	55	85	48	51	26	39	510

une autre. Dans ce but on a pour chacune des années où des observations ont été faites (et l'on a alors utilisé non seulement les observations de la période 1894—1904, mais toutes celles postérieures à 1881) établi des rapports entre la dite station et toutes celles que l'on a jugées convenables. On a ensuite calculé l'écart moyen de ces rapports au moyen de la formule

$$\Delta = \pm \sqrt{\frac{s}{n(n-1)}}$$

où  $s$  représente la somme des carrés des écarts des divers rapports de la moyenne des dits rapports,  $n$  le nombre des années d'observation.

Le plus souvent il s'est trouvé que la station la plus voisine était la plus avantageuse, mais tel n'est pas toujours le cas, témoin la comparaison suivante des rapports entre la station de Gysinge et quelques-unes des stations voisines, Korså, Stjærnsund, By et Mossgrufvan, éloignées de Gysinge de 55, 40, 25 et 53 kil.

Nous avons donc les rapports

Gysinge : Korså	(20 ans)	= 0.85 ;	écart moyen	$\Delta = 0.018$
» : Stjærnsund	(22 »)	= 0.85 ;	»	$\Delta = 0.015$
» : By	(10 »)	= 0.77 ;	»	$\Delta = 0.020$
» : Mossgrufvan	(22 »)	= 0.91 ;	»	$\Delta = 0.0097$

En conséquence la station de comparaison la plus convenable pour calculer les valeurs de Gysinge sera Mossgrufvan et non Stjærnsund ou Korså.

Il ressort des tableaux que dans la plupart des stations l'année 1901 a été la moins abondante en précipitations exception faite des stations les plus occidentales qui seules présentent des minima en 1904. Par contre les maxima sont très inégalement répartis entre les années 1895, 1896, 1897, 1898 et 1903. Dans le plus grand nombre des stations, c'est-à-dire 7 le maximum apparaît en 1895 ; on le rencontre 6 fois en 1898. Les mensuelles montrent que dans toutes les stations le mois d'Août a été le plus pluvieux, dans toutes les stations suédoises le second rang appartient ensuite à Juillet, tandis qu'à Sanden les pluies sont en Octobre presque aussi abondantes qu'en Août et dans les stations de montagne norvégiennes de Glötvola et de Saeter Juin obtient le second rang. Un maximum secondaire d'une intensité généralement insignifiante apparaît en Octobre surtout dans les stations situées le plus à l'ouest et à l'est, c'est-à-dire les plus voisines de la mer. Les minima tombent irrégulièrement sur les mois de Janvier, Février, ou Avril, sur Avril dans la plupart des stations.

Les moyennes de précipitation annuelles montrent que Sanden reçoit une quantité d'eau notablement plus considérable que toutes les autres stations, 748 mm. Il faut en outre remarquer que ce chiffre se rapporte à la période 1896—1904 pendant laquelle la moyenne est moins considérable que pendant la période 1894—1904, les années 1894 et 1895 ayant présenté une précipitation supérieure à la normale. Ensuite viennent

les stations de Transtrand, Malung et Mossgrufvan, situées à l'ouest et au sud. Toutes ces stations font partie d'une région plus exposée aux vents marins qui du sud et du sud-ouest viennent du Skagerack. Nous constatons au contraire une précipitation médiocre à la station de Sveg située assez loin au nord du bassin du Dalelf dans la vallée de la Ljusnan, et aux stations situées à l'est du Siljan, de Rättvik, Östanvik, Rönndalen et Sundborn, cette dernière assez anormale, les stations voisines de Falun, Olsbacka et Vassbo recevant des pluies notablement plus abondantes.

Nous avons dit plus haut que pour le calcul des précipitations nous avons aussi utilisé un certain nombre de valeurs interpolées autres que celles inscrites dans nos tableaux et dans le calcul desquelles nous n'avions pu faire entrer des rapports tirés d'un aussi grand nombre d'observations que pour les autres, en sorte que ces valeurs sont moins sûres. C'est ainsi cependant qu'au moyen d'une multiplication par 0.90 on a tiré de la station de Transtrand une moyenne de 585 mm. pour Lima, de Malung en utilisant les facteurs de réduction, 0.90, 1.16, 1.15 les moyennes 551, 710 et 704 mm. pour les stations de Nås, Liljendal et Ulriksberg et enfin de Mossgrufvan au moyen d'une multiplication par 0.86 la moyenne de 563 mm. pour Ludvika. Ces chiffres démontrent ce que les stations normales seules ne pouvaient nous apprendre, que ces régions sud-ouest reçoivent plus d'eau que toutes les autres stations suédoises. Une autre station qui n'a pas fourni d'observations pour la période 1894—1904, mais en a fourni antérieurement, et qui, en raison de sa situation, est très importante pour la connaissance de la répartition des précipitations, est celle de Leksand. Si l'on fait le calcul à l'aide des observations de Falun pour le même temps, on obtient au moyen d'une multiplication par 0.85 une moyenne de 477 mm. pour Leksand. Pour les précipitations des régions plus septentrionales, il faut surtout se référer aux stations de Särna, Glötvola et Saeter; nous avons donc aussi cherché à utiliser les stations de Storsätern et Gustafsberg, bien que les observations n'y aient commencé qu'en Décembre 1903. Si l'on compare les précipitations de Storsätern et de Särna de Décembre 1903 à Septembre 1905 on obtient le rapport  $\text{Storsätern} : \text{Särna} = 1.17$ , qui permet d'évaluer à 596 mm. la quantité d'eau reçue par la première des deux stations. Si nous nous étions basés sur Glötvola, nous aurions trouvé entre les deux stations pour la période Décembre 1903 — Décembre 1904 un rapport égal à 1.25, et une hauteur d'eau à la station considéré de 658 mm.<sup>1</sup> Nous avons cependant choisi de préférence Särna comme station de comparaison d'abord presque la période sur laquelle est basée la relation est un peu plus longue, ensuite presque Särna fournit des observations depuis 1894. Par le même procédé on tire de Transtrand une moyenne de 657 mm., de Särna une moyenne de 692 mm. pour Gustafsberg. Transtrand étant plus rapprochée, nous l'avons choisie pour la comparaison.

<sup>1</sup> Si l'on avait calculé le rapport  $\text{Storsätern} : \text{Särna}$  pour la même période Décembre 1903 — Décembre 1904 on aurait trouvé un chiffre plus rapproché c'est-à-dire 613 mm.

Par le même procédé on a calculé les précipitations de chaque mois pour ces stations; ces valeurs ont été portées comme celles des stations normales et celles provenant de mesures prises en d'autres endroits sur les cartes mensuelles et employées lors des interpolations pourvu toutefois qu'elles n'aient point été trop différentes de celles que l'on pouvait adopter d'après les stations normales environnantes. Elles ont alors été parfois simplement rejetées, ou bien on a pris une moyenne entre elles et une ou plusieurs valeurs des stations normales. On conçoit aisément que de tels cas aient dû se présenter puisque les rapports ont été tirés de périodes relativement courtes ou très courtes, et que naturellement la relation calculée entre deux stations pour une longue période est beaucoup moins valable pour un mois pris isolément.

Nous avons enfin à rendre compte des principes d'après lesquels nous avons évalué l'influence de différence de niveau sur les précipitations. Nous n'insisterons pas sur le fait bien connu que celles-ci augmentent avec l'altitude. La question a été traitée par V. POCKELS<sup>1</sup> au point de vue théorique; ses recherches et les nombreuses mesures publiées d'autre part montrent que même une dénivellation peu considérable joue un rôle sensible. Comme cependant tant d'autres facteurs interviennent, d'abord et surtout la situation par rapport aux vents pluvieux, puis la nature des précipitations, l'exposition des pluviomètres, etc., il est extrêmement difficile d'évaluer cette influence en chiffres pour une vaste étendue; encore est-il évident que ces chiffres ne sauraient être que très approximatifs.

L'accroissement des précipitations avec l'altitude semble être moins rapide dans les régions montagneuses les plus septentrionales que dans toutes les autres parties du bassin. Si par exemple nous considérons les stations désignées dans le tab. III et situées sur un espace orienté à peu près nord-sud autour et au nord du lac Faemun, nous constatons qu'au total la latitude joue un plus grand rôle que l'altitude. En effet les plus

Tab. III.

Station	Lat. N	Long E. Gr.	Alt. m.	Préc. mm.
Brenna . . . . .	61° 47'	11° 57'	554	589
Glötvola . . . . .	61 51	11 52	706	578
Saeter . . . . .	62 15	11 46	681	519
Bredalslien . . . .	62 28	11 23	836	547
Røros . . . . .	62 34	11 23	630	412
Kongens Grube	62 40	11 18	856	452

<sup>1</sup> V. POCKELS: Über die Kondensation an Gebirgen. M. Z. 1901.

<sup>2</sup> Voir par exemple: J. HANN: Handbuch der Klimatologie. 2. Aufl. I, pag. 288.  
V. KREMSER: Klimatische Verhältnisse des Memel-, Pregel- und Weichselgebietes. M. Z. 1900.

méridionales de ces stations bien que situées à une altitude inférieure reçoivent les précipitations les plus considérables. Si cependant nous comparons Bredalslien et Røros, la première située pourtant à 14 kil. au sud de la seconde, nous constatons que Bredalslien reçoit une précipitation supérieure correspondant à un accroissement de 64 mm. par 100 m.; si nous comparons Bredalslien et Saeter, la première située à 30 kil. au nord de la seconde, l'accroissement n'est plus que de 14 mm.; enfin la comparaison des deux dernières stations du tableau, Røros et Kongens Grube, la seconde située à environ 12 kil. au nord de la première, n'accuse qu'un accroissement de 7.5 mm. Bredalslien et Kongens Grube sont à peu près à la même altitude, nous pouvons donc admettre que l'infériorité pluviométrique de la seconde vient de ce qu'elle est située plus au nord et conclure qu'une avance vers le nord de 1 kil. correspond à un abaissement de la précipitation de 5 mm. Si l'on se sert de ces chiffres pour réduire à la même latitude Røros et Kongens Grube d'une part, Røros et Bredalslien d'autre part, on tire des premières comme valeur de l'accroissement des précipitations 33 mm. par 100 m.; des secondes 31 mm. par 100 m. La comparaison déjà établie entre Särna et la station plus septentrionale, mais de 360 m. environ plus élevée, le Storsätern a donné pour 1904 un accroissement de 20 mm. par 100 m.; la comparaison de Särna et Glötvola, de 266 m. plus élevée, donne pour 1896—1904 le même chiffre. Si l'on tenait compte de l'abaissement des précipitations à mesure qu'on avance vers le sud, on obtiendrait probablement des valeurs plus considérables. Cependant si l'on prend la moyenne des valeurs trouvées pour l'accroissement on arrive à environ 25 mm. par 100 m.; chiffre qui doit correspondre dans une certaine mesure à la réalité.

A l'est et à nord-est du bassin du Dalelf se trouvent les stations de Humlebacken, Ofvanåker, Ljungby et Sveg, à peu près régulièrement espacées du sud-est au nord-ouest et présentant des altitudes de 150, 170, 400 et 350 m. Pour la même période de 5 années ces stations accusent les précipitations suivantes: 509, 385, 539 et 413 mm. La décroissance des précipitations vers le nord-ouest ressort de ces chiffres aussi bien que des cartes d'isohyètes du travail souvent cité de H. E. HAMBERG; mais on ne saurait croire que la décroissance soit aussi forte qu'entre Humlebacken et Ofvanåker. En tout cas la station la plus élevée, Ljungby, présente la plus grande précipitation. Les stations d'Ofvanåker et de Ljungby manifestent un accroissement de 67 mm. par 100 m. d'altitude, chiffre que l'on a calculé sans tenir compte des variations de la précipitation dans le sens horizontal, la valeur d'Ofvanåker ayant semblé très basse pour d'autres motifs. Falun et Korså donnent de même 50 mm. par 100 m., chiffre cependant plutôt trop élevé, les précipitations semblant augmenter vers l'est en dehors de l'influence de l'altitude. Rättvik et Östanvik donnent 75 mm. par 100 m.; enfin les stations situées à peu près à la même latitude d'Örbaekken dans la partie la plus orientale de Norvège, d'Aspberg dans le Vermland septentrional et de Malung donnent si l'on tient

compte des variations dans le sens horizontal un accroissement de 55 mm. par 100 m. Ces comparaisons indiquent toutes un accroissement des précipitations avec l'altitude, accroissement qui atteint très approximativement une moyenne de 55 mm. par 100 m.

Ce chiffre est, on le voit, supérieur à celui que nous avons trouvé pour les régions septentrionales. Les valeurs des accroissements doivent lorsqu'on veut les employer être exprimées en ‰, car il est évident qu'à une précipitation médiocre correspond un accroissement peu considérable. D'une façon générale l'accroissement peut donc être considérée comme proportionnel à la précipitation. En outre l'influence de l'altitude doit être différente selon les époques de l'année, les précipitations présentant des caractères différents, presque exclusivement cycloniques pendant le semestre d'hiver, souvent convectives pendant l'été. Des différences extrêmes apparaissent si l'on compare<sup>1</sup> par exemple le régime des hautes terres écossaises à Ben Nevis, région à climat océanique et où les précipitations dépendent exclusivement des minima barométriques, et le régime du plateau central français au Puy de Dôme, région de climat plutôt continental et à pluies de convection. Le rapport entre les précipitations de la haute station de Ben Nevis et de la station moins élevée de Fort William ne varie au cours des divers mois de l'année qu'entre 2.3 et 1.9, tandis que le rapport entre le Puy de Dôme et Clermont est en juin 1.6 et en janvier 5.5. Nous n'avons point estimé nécessaire de faire à cet égard des recherches à détail dans le bassin du Dalelf, nous nous sommes contentés d'évaluer d'après quelques stations les différences entre les semestres d'hiver et d'été. Il ressort de cette évaluation qu'il est plus fréquent de voir en été une station située à une altitude inférieure recevoir une précipitation supérieure.

Les chiffres auxquels nous sommes finalement arrivés en ce qui concerne l'influence de l'altitude sont ainsi les suivants: pour la région au nord de Särna

semestre d'hiver	6 ‰	d'accroissement	par 100 m.
» d'été	2 ‰	»	» 100 »

pour la région au sud de Särna

semestre d'hiver	8 ‰	d'accroissement	par 100 m.
» d'été	5 ‰	»	» 100 »

Il est difficile à savoir dans quelle mesure ces chiffres répondent à la réalité. On ne les estimera pas toutefois trop élevés si l'on se rappelle à la suite de quelles comparaisons ont été choisies les stations d'où l'on a tiré ces chiffres. On aurait plutôt des raisons de les trouver notablement trop bas pour les parties les plus élevées du bassin si on les com-

<sup>1</sup> A. WATT; The rainfall of the Ben Nevis observatories. Journ. of the Scottish Meteorol. Society Third series Nos XX and XXI.



pare à ceux que A. HAMBERG<sup>1</sup> donne pour la région du Sarjekfjell, où ses mesures permettent de constater un accroissement considérable de précipitation au-dessus de 1,000 m. Comme toutefois ces mesures ne nous sont connues que pour une année, et qu'en outre les conditions climatériques des régions montagneuses du bassin du Dalelf sont assez différentes de celles de la région du Sarjekfjell, une comparaison ne serait guère légitime.

Il paraît cependant certain que les valeurs de précipitation sont plus exactes si au cours des calculs il est tenu compte de l'altitude. Il est par contre hors de doute que les erreurs probables seront notablement plus importantes que si l'on avait négligé l'altitude pour se baser uniquement sur les mesures relevées aux stations, mais alors les calculs auraient été affectés de l'erreur constante causée par ce fait que les stations sont situées exclusivement dans les parties inférieures. Nous avons donc préféré choisir l'autre méthode. Il va de soi que pour connaître avec précision le régime des précipitations il faudrait augmenter notablement le nombre des stations, et surtout les multiplier plus qu'on ne l'a fait jusqu'ici dans les régions élevées.

Le tableau IV groupe les valeurs de précipitation ainsi obtenues pour tout le bassin du Dalelf, et pour les mois de la période Janvier 1894—Décembre 1904 ainsi que les moyennes et annuelles qui en sont tirées. La carte géographique donne en outre les isohyètes annuelles obtenues par la méthode ci-dessus décrite; la Pl. III donne les isohyètes des mois de Janvier, Avril, Juillet et Octobre.

Tab. IV.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1894	41	24*	41	37	74	70	112	97	49	27	60	45	677
1895	32	27*	61	22	52	94	145	120	46	88	43	31	761
1896	22	15	71	34	38	112	89	92	80	89	13*	29	684
1897	32	19*	58	29	75	38	45	99	138	34	55	59	681
1898	13	52	45	12*	73	97	144	104	47	40	41	65	733
1899	50	35	19*	59	46	36	85	32	105	53	39	38	597
1900	31	36	18*	34	25	35	72	91	21	64	55	51	533
1901	16	18	27	12*	16	103	27	52	22	83	12*	48	436
1902	25	20	43	5*	54	21	89	161	41	50	13	25	547
1903	29	26	42	42	44	47	84	128	43	75	24*	29	613
1904	29	46	17	46	42	45	21	94	37	42	16*	37	472
Moy	29*	29*	40	30	49	63	83	97	57	59	34	42	612

<sup>1</sup> A. HAMBERG: Sarjekfjällen. Ymer 1900.

Nous voyons que le maximum annuel de précipitations du bassin tombe assez irrégulièrement sur l'un des mois d'été, 4 fois en Août, 3 fois en Juillet, 2 en Juin et en Septembre, en moyenne cependant, comme à toutes les stations, en Août. Le minimum de précipitations se présente pendant l'un des mois de Février, Mars, Avril et Novembre, et en moyenne en Janvier et en Février. Octobre présente en moyenne un maximum secondaire faiblement accusé. La précipitation moyenne de tout le bassin pour la période de 11 ans considéré atteint 612 mm.

Les isohyètes montrent que les parties occidentales et méridionales sont les plus arrosées, les régions autour du Siljan, et celles à l'est et au nord-est de ce lac les moins arrosées. La vallée aux environs de Särna présente aussi une hauteur de pluies médiocre. Cet état de choses se modifie peu aux différentes époques de l'année ainsi que le montrent les isohyètes des mois caractéristiques. Octobre présente dans les régions montagneuses occidentales du bassin un maximum plus accentué que les autres mois.

Les hauteurs de précipitations varient de 500 mm. environ dans la région peu arrosée de Siljan à un peu plus de 800 mm. dans les régions montagneuses occidentales; il ressort de là, comme de la marche des isohyètes, que les bassins des deux bras principaux du Dalelf reçoivent des quantités d'eau fort inégales. Nous avons de la manière spécifiée plus haut calculé la précipitation moyenne pour le bassin du Vesterdalelf, pour celui de l'Österdalelf, et enfin pour celui du fleuve lui-même de leur confluent à Avesta. Les moyennes mensuelles figurent au tableau V.

Tab. V.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Bassin du Vesterdalelf	32	31*	44	34	51	66	93	<b>102</b>	62	64	38	45	663
de l'Österdalelf	26*	27	38	27	47	64	78	<b>92</b>	55	56	30	39	579
en aval de Djurås	30*	30*	38	30*	47	59	75	<b>90</b>	53	54	33	39	578
total	29*	29*	40	30	49	63	83	<b>97</b>	57	59	34	41	612

Nous constatons que la hauteur d'eau du bassin de Vesterdalelf, 663 mm., est notablement supérieure à celle des deux autres, qui accusent l'un et l'autre la même hauteur, le bassin de l'Österdalelf 579 mm., celui du fleuve lui-même en aval du confluent des deux bras 578 mm. Si l'on tient compte de la superficie de ces divers bassins on voit qu'ils reçoivent respectivement 36, 44 et 20% de la précipitation totale du bassin. Les variations mensuelles des pluies sont à peu près les mêmes dans les trois bassins. Tous trois reçoivent le maximum de précipitations en Août, le minimum en Janvier, Février ou Avril.

Si nous considérons la répartition des précipitations pendant les saisons de l'année nous trouvons que dans tout notre bassin le semestre d'hiver (Décembre — Mai) contribue à la précipitation annuelle de 36<sup>0</sup> %, le semestre d'été (Juin — Novembre) de 64<sup>0</sup> %. Pour le bassin du Vesterdalelf ces chiffres sont les mêmes, pour le bassin de l'Österdalelf on a 35 et 65 et pour le bassin en aval de Djurås 37 et 63. Les pour cent correspondants pour les quatre saisons de l'année se trouvent dans le tableau VI. On voit que les dissemblances entre les différentes régions du bassin sont très petites.

Tab. VI.

	Hiver	Printemps	Été	Automne
Bassin du Vesterdalelf . . .	16	20	39	25
» de l'Österdalelf . . .	16	19	40	25
» en aval de Djurås . . .	17	20	39	24
» total . . . . .	16	19	40	25

Si nous examinons les totaux des diverses années de la période étudiée, nous constatons que les cinq premières présentent des hauteurs d'eau considérables, notablement supérieures à la normale, les autres demeurant notablement au-dessous. Les précipitations atteignent en moyenne 707 mm. pour les 5 premières années, 533 mm. pendant les 6 qui suivent; les années étudiées se divisent ainsi en deux périodes présentant une différence accusée de régime pluviométrique. Deux années seulement accusent une hauteur à peu près égale à la normale, 1899 et 1903. La plus grande hauteur est celle de 1895, 761 mm., la moins considérable celle de 1901, 436 mm. Les valeurs mensuelles accusent aussi de nombreux cas extrêmes. La plus grande hauteur mensuelle est celle d'Août 1902, 161 mm., la moins considérable celle d'Avril de la même année, 5 mm. Les précipitations de Juillet 1901 et 1904 sont d'un médiocrité anormale, ne dépassant pas 27 et 21 mm.; de même celles d'Août 1899 32 mm., tandis que Juillet présente en 1895 et 1898 des hauteurs extraordinaires, 145 et 144. Ces nombreux cas anormaux constituent naturellement une complication gênante lorsqu'on veut se faire une idée claire de l'évolution normale du régime hydrologique.

Outre les quantités de précipitations, il est intéressant de connaître le nombre des jours sur lesquels se répartissent ces précipitations et la nature de ces dernières; aussi avons nous rassemblé à cet égard un certain nombre de données. Nous avons pris comme total moyen des jours de précipitation du bassin la moyenne de totaux de jours de précipitation (présentant une hauteur > 0,1 mm.) aux stations suivantes régulièrement réparties et présentant des séries d'observations à peu près complètes:

Glötvola, Särna, Transtrand, Malung, Mora, Falun, Mossgrufvan, Östanvik, Ljungby. Les moyennes mensuelles des nombres de jours de précipitation de ces stations sont données par le tableau VIII qui indique aussi les jours de chute de neige. Le tableau VII donne la moyenne pour tout

Tab. VII.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Jours de précip. (> 0.1 mm.)	12.3	10.6	12.9	10.4	11.5	13.0	14.2	16.2	11.8	13.3	9.1*	13.2	149
Jours de précip. (> 5 mm.)	1.7	1.5*	2.5	1.6	3.4	3.8	5.0	5.9	3.8	3.8	2.1	2.3	37
Précip. . . .	29*	29*	40	30	49	63	83	97	57	59	34	42	612
Intensité . .	2.4*	2.7	3.1	2.9	4.3	4.8	5.8	6.0	4.8	4.5	3.7	3.2	4.1

le bassin calculée par mois de la façon ci-dessus définie, par conséquent sans qu'il ait été tenu compte de la situation des stations, et la moyenne des jours ayant présenté une précipitation supérieure à 5 mm. Le même tableau indique, aussi les quantités des précipitations, et renferme aussi, tirées de ces données, des valeurs de l'intensité de précipitations obtenues en divisant la précipitation mensuelle par le nombre des jours de précipitation. Août est aussi le mois qui présente le plus grand nombre de jours de précipitation, le plus grand nombre de jours avec grandes hauteurs journalières, et la plus grande intensité. Novembre présente le plus petit nombre de jours de précipitation tandis que Février accuse les précipitations les moins abondantes. Au total le nombre des jours de précipitation n'est point en hiver aussi petit que pourrait le faire supposer la médiocrité de la hauteur d'eau tombée, mais en hiver les précipitations se font par quantités bien moins considérables qu'en été où les pluies d'orage sont fréquentes et abondantes. Le mois de Mai accuse une intensité très remarquable en égard au nombre relativement petit des jours de précipitation.

Dans notre bassin les précipitations se font en hiver surtout sous forme de neige, et il n'échappera point que ce fait est d'une importance capitale au point de vue du régime hydrologique. Il est donc du plus grand intérêt de se procurer des données précises sur la quantité annuelle des précipitations survenues sous forme de neige, le nombre des jours de neige, l'épaisseur de la couverture de neige, la durée de son existence, la densité de la neige, et la façon dont elle fond. Les renseignements de cet ordre que nous possédons sont cependant peu nombreux.

C'est ainsi que nous ne pouvons connaître la proportion des précipitations neigeuses et des précipitations pluvieuses que par la comparaison du nombre des jours de pluie et des jours de neige. Si toutefois on admet

Tab. VIII.

		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Glötvola	Jours de précip.	13.6	11.9	13.6	11.7	11.6	12.4	13.6	17.0	9.9	12.9	9.0	12.1	149
	» » neige	13.2	11.8	13.2	10.2	6.3	1.0	0.1	0.2	1.1	7.9	7.5	11.9	84
	» » » %	97	99	97	87	54	8	1	1	11	61	83	98	56
Särna	Jours de précip.	12.7	10.4	13.0	9.5	12.2	14.2	15.1	18.6	13.8	13.8	9.6	14.7	158
	» » neige	12.6	10.2	12.5	7.5	3.8	0.2	0.0	0.0	0.4	5.0	6.8	13.2	72
	» » » %	99	98	96	79	31	1	0	0	3	36	71	90	46
Transtrand	Jours de précip.	13.4	11.5	14.9	13.1	11.5	13.3	15.0	16.3	10.5	14.5	9.6	15.0	159
	» » neige	13.3	11.3	14.2	9.5	2.7	0.0	0.0	0.0	0.4	4.6	6.2	14.1	76
	» » » %	99	98	95	73	23	0	0	0	4	32	65	94	48
Malung	Jours de précip.	9.2	8.2	11.0	9.0	9.9	9.8	13.3	13.7	9.1	10.7	7.4	10.4	122
	» » neige	9.1	8.0	10.2	5.9	1.7	0.0	0.0	0.0	0.1	3.1	4.4	9.3	52
	» » » %	99	98	93	66	17	0	0	0	1	29	59	89	43
Mora	Jours de précip.	11.1	8.8	10.9	8.8	11.7	13.8	14.7	16.4	12.3	13.3	7.8	11.6	141
	» » neige	10.7	8.4	10.1	5.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	4.5	9.9	54
	» » » %	96	95	92	61	19	0	0	0	0	19	58	85	38
Falun	Jours de précip.	11.0	9.5	10.5	8.5	9.3	11.5	10.9	13.6	10.6	11.6	7.7	10.8	126
	» » neige	10.5	8.8	9.6	4.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	4.5	8.9	50
	» » » %	95	93	91	56	12	0	0	0	0	16	58	82	40
Mossgrufv.	Jours de précip.	15.1	14.5	15.4	14.4	13.0	13.4	14.1	16.5	13.2	15.5	12.1	16.0	173
	» » neige	14.5	13.7	13.7	9.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	7.0	13.6	78
	» » » %	98	94	89	64	23	0	0	0	0	18	58	85	45
Östanvik	Jours de précip.	12.9	8.2	12.9	8.7	11.8	12.7	14.0	15.6	12.9	12.7	8.6	13.6	165
	» » neige	11.7	7.1	11.9	5.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	4.7	11.0	57
	» » » %	91	87	92	68	16	0	0	0	2	18	55	81	39
Ljungby	Jours de précip.	11.7	12.1	13.5	10.2	12.6	15.9	17.0	18.4	13.8	14.8	10.5	14.2	165
	» » neige	11.7	11.6	13.4	9.1	4.6	0.3	0.0	0.0	0.8	5.7	7.7	13.9	79
	» » » %	100	96	99	89	37	2	0	0	6	39	73	98	48
Moy. pour le bassin du Dalef	Jours de précip.	12.3	10.6	12.9	10.4	11.5	13.0	14.2	16.2	11.8	13.3	9.1	13.2	149
	» » neige	11.9	10.1	12.1	7.5	3.0	0.2	0.1	0.1	0.3	4.0	5.9	11.8	67
	» » » %	97	95	94	72	25	2	1	1	3	30	65	89	45

que la quantité de neige tombée est proportionnelle au nombre des jours de neige la précision du calcul en ce qui concerne l'hiver, la période la plus intéressante à cet égard, paraîtra suffisante. Le nombre moyen des jours de neige pour les divers mois de la période 1894—1904 et pour les stations ci-dessus énumérées situées en diverses parties du bassin est donné par le tableau VIII; on a aussi tiré des mêmes stations la moyenne du bassin tout entier. Nous constatons qu'en moyenne 45 % des jours de précipitation de l'année sont de jours de neige. Cette proportion demeure à peu près la même dans toutes les parties du bassin: elle atteint 56 % à Glötvola et descend à 38 %, chiffre le plus bas à Mora.

On voit nettement que c'est aux stations les plus élevées par rapport à leurs environs que la neige tombe le plus souvent. Les stations de plaine Mora, Östanvik et Falun présentent les plus basses proportions, les stations relativement élevées de Glötvola, Transtrand et Ljungby les plus hautes. Comme toutefois toutes les stations sont à une altitude médiocre les chiffres obtenues sont très certainement trop faibles; l'erreur ne peut dans une certaine mesure être compensée que par ce fait que parmi les stations choisies les plus élevées sont les plus nombreuses.

Aucun mois n'est en moyenne tout à fait exempt de neige, encore que la neige tombée en Juillet et Août aux stations les plus septentrionales n'ait pratiquement aucune importance; du moins ces précipitations prouvent-elles que dans les montagnes il tombe de la neige toute l'année. En Janvier, Février et Mars une très petite partie seulement des précipitations se produit en moyenne sous forme liquide, et jusqu'en Mai les jours de neige forment le quart du total des jours de précipitation. Si l'on en juge par la station de Mossgrufvan il semble que la région de Bergslag au sud soit caractérisée par des chutes de neige se prolongeant fort avant dans le printemps.

Quant aux dates de l'apparition de la première couverture de neige continue en automne et de sa disparition au printemps, nous donnons quelques indications en nous guidant sur les cartes du travail de H. E. HAMBERG.<sup>1</sup> Les chiffres que nous présentons sont des moyennes approximatives pour la période 1881—94 et ne peuvent par conséquent tout à fait s'appliquer à la période que nous étudions. La couverture de neige se forme dans les parties les plus septentrionales du bassin entre le 15 et le 20 Octobre, et dans les bassins du Västerdalf et de l'Österdalf, à l'exception du bassin du Siljan, avant le 1 Novembre. Les dates de la disparition de la couverture de neige au printemps sont différentes en terrain découvert et en forêt. En terrain découvert la disparition a lieu avant le 20 Avril dans les plaines autour du Siljan et dans les régions situées immédiatement à l'ouest et à l'est de ce lac. La couverture persiste un peu plus longtemps dans la région de Bergslag. Dans les

<sup>1</sup> Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. V. Snötäcke. Bihang till Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet för år 1895. 1896.

régions de l'extrême nord-ouest la disparition se produit entre le 25 Avril et le 1 Mai. En forêt ces dates doivent être retardés de 5 à 10 jours.

Quant à l'épaisseur et la fonte de la couverture de neige, c'est seulement depuis l'hiver de 1904—05 que l'on a commencé en Suède à recueillir des renseignements; aussi n'avons-nous pu calculer des moyennes à cet égard. Mais depuis que le système de stations norvégiennes a été développé, ces stations ont entrepris de relever des mesures, et bien que ces mesures ne puissent être directement utilisées pour notre bassin, elles peuvent cependant être de quelque profit si l'on veut essayer de se faire une idée de ces facteurs importants du régime hydrologique en hiver. Le tableau IX contient des chiffres tirés de ces mesures, et qui représentent

Tab. IX.

		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Oct.	Nov.	Déc.
Épaisseur moy. de la couverture de neige m.	Sanden . . .	40	54	65	38	5	4	5	24
	Glötvola . .	42	51	65	59	17	4	8	25
	Saeter . . .	37	51	71	69	19	4	8	26
Épaisseur max. de la couverture de neige cm.	Sanden . . .	51	70	86	60	13	10	11	41
	Glötvola . .	50	59	81	75	40	8	12	40
	Saeter . . .	45	62	86	85	45	7	15	38

les moyennes pour la période 1896—1904 d'épaisseur moyenne de la neige par mois et des maxima d'épaisseur aux stations de Sanden, Glötvola et Saeter situées non loin du bassin du Dalelf. Ce tableau fait ressortir que l'épaisseur moyenne et les maxima d'épaisseur demeurent pendant les mois d'hiver proprement dits, de Novembre à Mars, sensiblement identiques dans toutes ces stations, bien qu'elles soient situées fort différemment, mais que par contre la situation est fort différente à l'époque de la fonte aux stations élevées septentrionales et aux stations méridionales, la neige persistant notablement plus longtemps dans les premières que dans les secondes. Mars présente dans toutes les stations les maxima d'épaisseur absolue et d'épaisseur moyenne.

A Saeter on a en outre depuis 1899 déterminé la densité de la neige pour toute l'épaisseur de la couverture, et la période de cinq ans hiver 1899—1900 — hiver 1903—04 a donné pour les différents mois les moyennes suivantes: Novembre 1.2; Décembre 1.5; Janvier 1.9; Février 1.9; Mars 2.1.

Le calcul de la fonte et de l'évaporation se heurte à un certain nombre de difficultés. Si l'on calcule la diminution de la couverture de neige par ces deux facteurs en prenant la différence entre la hauteur de

neige tombée mesurée dans le mois et l'accroissement d'épaisseur de la couverture que l'on obtient en mesurant cette épaisseur au début et à la fin du mois et qui peut être évaluée en mm. d'eau grâce aux mesures de la densité de la neige, il arrive très souvent que l'on trouve la seconde quantité supérieure à la première, d'où il faudrait conclure qu'il n'y a pas eu de fonte ni d'évaporation. Cette apparente anomalie s'explique très certainement surtout par ce fait que lorsque les précipitations se composent de neige les pluviomètres donnent généralement des chiffres trop faibles. On peut aussi extraire des mesures d'épaisseur journalières les diminutions successives, les additionner pour le mois, et tirer de là l'évaluation approximative de ce que la couverture a perdu par la fonte et l'évaporation. Mais cette méthode ne donne pas non plus de résultats certains. D'abord la densité attribuée à toute la couverture de neige ne peut être celle de la partie fondante de cette couverture ; ensuite la diminution d'épaisseur peut provenir du tassement de la neige ; enfin la fonte peut se produire à certains jours en même temps qu'il neige ; l'épaisseur de la couverture pourra alors ne pas changer et pourra même augmenter en dépit d'une fonte très réelle. Si l'on attribue à la neige une densité égale à 1, et si l'on calcule qu'elle fraction de la précipitation neigeuse mesurée représente la quantité d'eau fondue et évaporée ainsi additionnée, on obtient une valeur de la perte certainement trop faible, 1. presque la densité attribuée à la neige est un minimum, correspondant seulement à la densité de la neige nouvellement tombée, 2. presque pour la raison signalée plus haut les quantités disparues n'ont pas toutes été enregistrées. On peut cependant aussi avoir recours au procédé suivant pour calculer la proportion des pertes. Si l'on additionne pour tout l'hiver les valeurs d'accroissement de la couverture et si l'on admet que la somme obtenue correspond exactement à la neige tombée représentée en centimètres de neige, si l'on additionne ensuite toutes les valeurs de diminution, et que l'on considère cette somme comme égale à celle des pertes par fonte et évaporation, toujours en cm. de neige, on obtiendra, en attribuant à ces diverses quantités de neige la même densité, la proportion des pertes comme la proportion pour cent entre le total des accroissements et celui des diminutions. Comme toutefois la densité de la quantité de neige disparue devait être plus élevée les chiffres ainsi obtenus doivent aussi être trop faibles. Mais il peut arriver qu'il soit tombé de la neige sans que cette précipitation ait été accusée par un accroissement d'épaisseur, la fonte et l'évaporation s'étant poursuivies au même moment, et comme l'évaporation, fût-elle insignifiante, ne s'arrête jamais, la valeur représentant la quantité de neige obtenue par ce procédé doit être trop faible à un plus haut degré encore que ne l'est pour des raisons de même ordre la valeur représentant la diminution, et par conséquent la proportion des pertes doit présenter un chiffre trop élevé.

En employant la première des méthodes ci-dessus décrites pour calculer la proportion des pertes nous avons trouvé pour la période de



cinq ans déjà définie que l'évaporation et la fonte enlèvent pendant les mois d'hiver 35% des précipitations tombées sous forme de neige; avec la seconde méthode nous arrivons à 44%. En conséquence nous pouvons admettre une perte approximative de 40%.

Pour la Suède il existe quelques recherches sur ces questions dues à J. WESTMAN et M. JANSSON. Un seul<sup>1</sup> des travaux publiés qui traite de la couverture de neige à Upsal pendant l'hiver 1900—01, aborde la question de la fonte et de l'évaporation en hiver; tous les autres ne traitent que de la fonte au printemps, ce qui pour notre sujet est moins intéressant. D'après les mesures relevées à Upsal l'accroissement de la couverture de neige du 5 Janvier au 29 Mars 1901 correspondait à 40 mm. d'eau; pendant le même temps les précipitations tombées sous forme de neige atteignaient environ 60 mm. Par conséquent 20 mm. seulement, c'est-à-dire 33% de la quantité tombée auraient été enlevés par la fonte et l'évaporation. On ne saurait tirer de conclusions sûres d'observations qui n'ont été faites qu'une seule année. Il semble cependant probable que le régime de la fonte en hiver ne doit être très différent dans les parties occidentales élevées et les parties orientales plus continentales du bassin du Dalelf.

Nous nous sommes un peu étendus sur les précipitations neigeuses à cause de la grande importance qu'elles présentent au point de vue du régime hydrologique de notre bassin, et de l'intérêt que l'on doit prendre dans notre pays à l'extension nécessaire des recherches relatives aux facteurs les plus importantes de ce régime. Les mesures de l'épaisseur de la couverture de neige commencées depuis quelque temps sont insuffisantes; elles doivent nécessairement être complétées par des mesures de la densité de la neige.

### 3. Hauteur d'eau et écoulement.

Les mesures de la hauteur d'eau et de l'écoulement utilisées dans le présent travail ont été prises ainsi que nous l'avons déjà dit à Avesta. Des mesures de la hauteur d'eau ont été prises depuis, beaucoup plus longtemps, mais nous n'avons pas utilisé ici que celles postérieures à 1894, les déterminations du débit faites après cette date pouvant seules nous servir.

La hauteur d'eau est mesurée à l'aide d'une échelle d'étiage placée en amont de la chute d'Avesta et graduée en vieux pieds et pouces suédois. Les mesures relevées ont été dans le présent travail transformées

<sup>1</sup> M. JANSSON et J. WESTMAN: Quelques recherches sur la couverture de neige. Bull. of the Geol. Instit. of Upsala Vol. V. 1901.

en mètres, et réduites à un 0 d'ailleurs assez arbitraire qui a aussi été employé lors des mesures d'écoulement tardivement entreprises. Il a été nécessaire d'interpoler certaines valeurs de hauteur pour l'hiver, cela en partie presque le fleuve qui près de la chute n'est jamais complètement pris, est parfois barré par des amoncellements de glaces; ces barrages peuvent atteindre de très grandes dimensions et se maintenir pendant plusieurs jours. Lors des observations, on est toutefois averti de leur formation par le relèvement subit de la courbe des hauteurs d'eau qui ordinairement s'abaisse lentement en hiver. Si en même temps on note

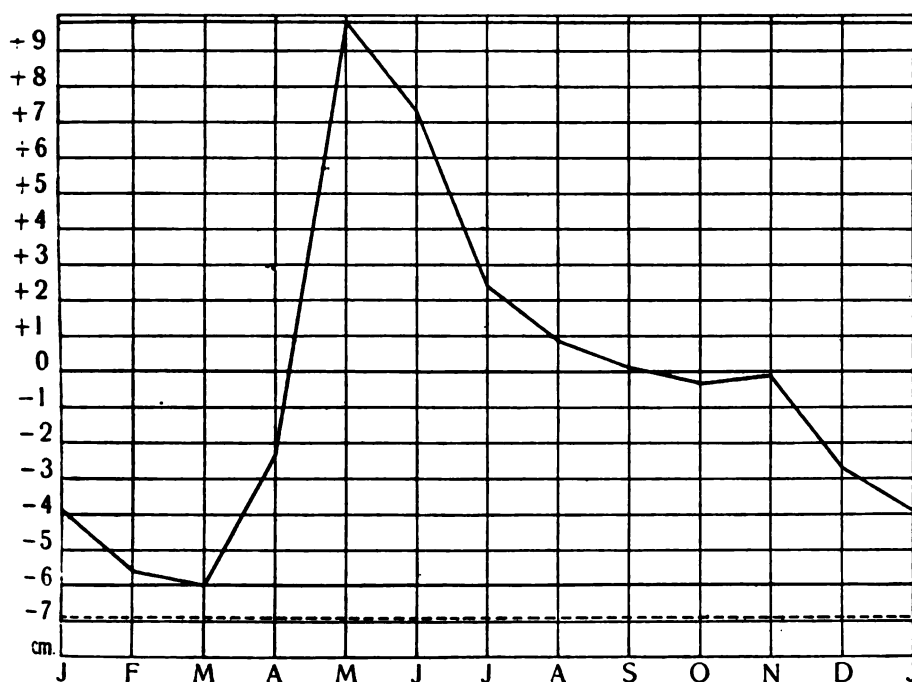


Fig. 2.

l'état pluviométrique et celui de la température, on peut sans difficulté déterminer si le relèvement est attribuable à un barrage ou peut-être à des précipitations survenues sous forme de pluie, ou encore à une fonte violente due à une élévation de la température. Pour certains fleuves étrangers ces barrages de glaces jouent un grand rôle dans les calculs de hauteur d'eau. C'est ainsi que V. RUVARAC<sup>1</sup> a constaté que l'on attribuerait à l'Elbe une hauteur d'eau trop grande de 10 % en Décembre, 35 % en Janvier, 20 % en Février et 10 % en Mars si l'on ne tenait pas compte de ce facteur. Dans les fleuves qui portent en hiver une couverture de glace constante, la hauteur de l'eau n'est point influencée par des barrages de cette nature. Des mesures de hauteur prises dans le Klarelf

<sup>1</sup> V. RUVARAC: l. c.

*Bull. of Geol.* 1906.

à Bryngfjorden une seule fois, il est vrai, par semaine, pendant les hivers 1892—96 n'indiquent aucune discontinuité attribuable comme dans le Dalelf à des barrages de glace. Il n'y a cependant aucune difficulté à remplacer les valeurs inexactes par des valeurs interpolées plus sûres. Une autre cause enfin a rendu des interpolations nécessaires, et c'est que lorsque les eaux sont très basses en hiver on dispose dans le lit du fleuve un barrage artificiel pour faire monter le niveau. Les interpolations ont été faites à l'aide de données reçues à Avesta.

La fig. 2 donne une courbe de la hauteur d'eau pour le Dalelf à Avesta. La hauteur moyenne au cours de la période considérée a été de 9.62 m., et la courbe indique les écarts en cm. Le niveau des basses eaux est, si l'on entend par là le niveau moyen du mois qui présente les eaux les plus basses, à 60 cm. au-dessous du niveau moyen, à 69 cm. si, comme le Comité suédois des chutes d'eau,<sup>1</sup> on entend par niveau des basses eaux la moyenne pour plusieurs années des minima annuels absolus (ligne pointillée de la figure). Le niveau des hautes eaux (c'est-à-dire le niveau moyen de Mai) est à 98 cm. au-dessus du niveau moyen. Le niveau le plus élevé observé pendant la période considérée (c'est-à-dire le niveau des hautes eaux d'après le Comité suédois des chutes d'eau) est à 244 cm. et fut atteint le 26 Mai 1899; le minimum de hauteur correspondant se produisit à plusieurs reprises en Février et Mars 1902 et le 10 Avril de la même année; il ne dépasse pas 98 cm. au-dessous du niveau moyen. L'écart des niveaux extrêmes est au total égal à 3.42 m. En moyenne les eaux atteignent naturellement leur plus grande hauteur de l'année en Mai, après avoir grossi rapidement dès Avril; elles baissent ensuite d'abord rapidement, puis lentement jusqu'en

Tab X.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1894	9.38	9.24*	9.26	10.06	<b>11.06</b>	10.23	10.00	9.83	9.71	9.48	9.56	9.47	9.77
1895	9.39	9.19	9.08*	9.36	<b>11.01</b>	10.09	10.05	10.62	10.12	9.97	9.92	9.65	9.87
1896	9.41	9.17	9.16*	9.65	<b>10.59</b>	10.35	10.06	9.69	9.65	10.14	9.86	9.51	9.77
1897	9.32	9.11	9.01*	9.39	<b>11.07</b>	10.27	9.55	9.27	9.68	10.01	9.67	9.51	9.66
1898	9.58	9.32	9.15*	9.21	10.75	<b>10.89</b>	10.49	10.57	9.87	9.52	9.62	9.49	9.87
1899	9.35	9.23	9.21*	9.52	10.74	<b>10.77</b>	9.95	9.44	9.28	9.66	9.57	9.41	9.68
1900	9.04	8.92	8.80*	9.11	10.14	<b>10.34</b>	9.73	9.62	9.25	9.03	9.52	9.33	9.40
1901	9.17	8.94	8.87	9.26	<b>10.18</b>	9.77	9.68	9.08	8.83*	8.93	9.31	8.95	9.25
1902	8.81	8.69	8.67*	8.79	9.84	10.37	9.60	9.65	<b>10.43</b>	9.79	9.67	9.27	9.47
1903	8.96	8.88*	9.08	9.63	<b>10.46</b>	10.26	9.67	9.88	10.09	9.84	9.93	9.45	9.68
1904	9.12	9.02	8.93	9.30	<b>10.78</b>	10.53	9.67	9.17	9.05	9.08	9.12	8.90*	9.39
Moy.	9.23	9.06	9.02*	9.39	<b>10.60</b>	10.35	9.86	9.71	9.63	9.59	9.61	9.35	9.62

<sup>1</sup> Betänkande afgivet den 17 Mars 1903 af den för utredning beträffande vissa staten tillhöriga vattenfall af Kungl. Maj:t den 9 Juni 1899 tillsatta kommité. 1903.

Octobre. En Novembre apparait un faible relèvement, conséquence évidemment du maximum de précipitations secondaire d'Octobre. Enfin le fleuve baisse régulièrement jusqu' en Mars où il atteint son plus bas niveau.

Tab. XI.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Max. de niveau	-2	-12	-11	+118	+244	+174	+94	+138	+137	+69	+60	+24
Année	1898	1898	1903	1894	1899	1899	1898	1895	1902	1896	1896	1895
Min. de niveau	-90	-98	-98	-98	-41	+9	-30	-74	-84	-86	-65	-89
Année	1902	1902	1902	1902	1902	1891	1897 1901	1901	1901	1901	1904	1904

Le tableau X contient les moyennes de niveau mensuelles et le tableau XI les maxima et les minima observés au cours de chaque mois avec l'indication de l'année où ces cas extrêmes se sont produits. Dans ce dernier tableau les hauteurs d'eau sont comptées à partir du niveau moyen. Nous constatons que pendant 7 années le niveau le plus élevé est atteint en Mai, pendant 3 en Juin et 1 en Septembre (1902). Le minimum se produit généralement en Mars, mais se rencontre 2 fois en Février, 1 fois (1901) en Septembre, et 1 fois en Décembre. Les moyennes annuelles de hauteur les plus considérables sont celles de 1895 et de 1898, supérieurs de 25 cm. au niveau moyen, la plus basse est celle de 1901, inférieure de 37 cm. au même niveau. Mai présente aussi en général le maximum de hauteur absolu de l'année; deux fois seulement le fleuve atteint son maximum de hauteur en Juin, et une fois (1902) en Septembre. Par contre le fleuve atteint son minimum aussi souvent en Avril qu'en Mars. Les chiffres du tableau XI montrent que les plus grandes hauteurs d'eau de chaque mois sont très inégalement réparties selon les années, mais que les plus petites au contraire apparaissent presque toutes en 1901 et 1902; nous reviendrons plus loin sur ce point.

La comparaison des précipitations mensuelles et des observations relatives à la hauteur d'eau n'offre en effet pas un grand intérêt et il est plus utile de comparer les précipitations mensuelles et les débits. Le calcul des débits d'après les mesures de la hauteur d'eau exige que l'on ait mesuré le débit assez souvent qu'il soit possible de construire une courbe (courbe d'écoulement) indiquant le rapport entre la hauteur d'eau et le débit, et permettant de calculer ce dernier pour n'importe quelle hauteur. Le débit se détermine en mesurant la vitesse moyenne de l'eau courant sur une surface de profil connu. Des mesures de ce genre ont été prises à Avesta en 1899, 1901 et 1902 puis en 1905; les mesures de 1905 ont été spécialement utilisées pour la construction de la courbe. Toutes ces mesures ont été relevées à l'aide d'un hydrotachymètre enregistreur sur un profil situé en aval des chutes et en un nombre de points

amplement suffisant aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical. La fig. 3 donne la courbe d'écoulement construite à l'aide de ces mesures.

En calculant au moyen de la courbe le débit journalier correspondant aux hauteurs d'eau mesurées, et en additionnant les chiffres ainsi obtenus, on a calculé les débits mensuels. On a préféré avoir recours à cette méthode compliquée plutôt que de déterminer directement le débit mensuel considéré comme proportionnel à la hauteur d'eau moyenne du mois; il peut se faire en effet qu'une moyenne de hauteur soit constituée

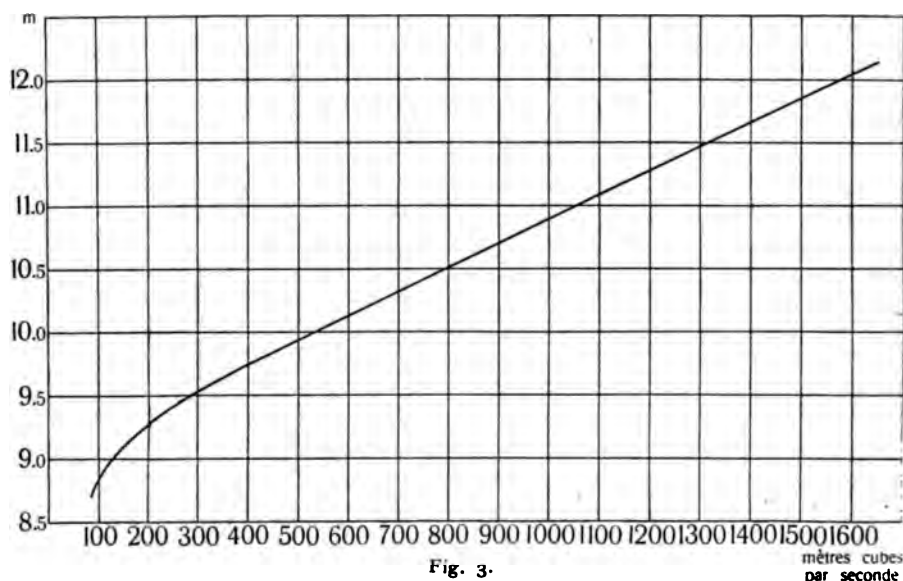


Fig. 3.

par une série de grandes et une série de petites hauteurs, auquel cas la courbe montre que les débits calculés des deux façons doivent être inégaux.

Les moyennes de débit mensuelles ainsi calculées sont portées au tab. XII en mètres cub. par seconde. Si on les compare aux hauteurs d'eau du tab. X on constate qu'à l'accroissement de hauteur du mois de Novembre ne correspond pas un accroissement du débit, fait qui s'explique par la fréquence des basses eaux en Novembre. Si l'on avait calculé le débit moyen directement d'après la hauteur moyenne, cette différence n'aurait point apparu. En dehors de cela les deux tableaux concordent quant aux maxima et aux minima si ce n'est qu'en 1896 le débit le plus faible se place en Février et la plus petite hauteur d'eau en Mars.

La moyenne annuelle du débit à Avesta est égale à 375 m. cub. par sec.; elle correspond à une hauteur moyenne de 9.69 m. Si à l'aide de la courbe on tirait directement la moyenne du débit de la moyenne de hauteur (9.62 m.), elle ne dépasserait pas 342 m. cub. par sec. Le débit du Klarelf à Bryngfjord s'élève d'après des observations datant de

1892—97 à 235 m. cub. par sec. Ces chiffres correspondent à une masse d'eau totale de 11870 mill. de m. cub. pour le Dalelf et de 7290 mill. de m. cub. pour le Klarelf. Le plus fort débit observé du période à Avesta a été égale à 1600 m. cub. par sec., le plus faible à 81, quantités qui sont à peu près dans le rapport de 1 à 20. Pour le Klarelf le même

Tab. XII.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1894	241	192*	199	566	<b>1076</b>	640	534	446	387	283	318	280	430
1895	247	176	145*	253	<b>1055</b>	577	557	844	590	511	488	360	484
1896	255	168*	169	362	<b>830</b>	706	561	375	358	604	461	293	430
1897	219	153	130*	271	<b>1083</b>	667	313	202	375	534	367	294	384
1898	326	222	164*	182	920	<b>984</b>	779	820	465	301	343	285	483
1899	230	187	180*	304	916	<b>925</b>	504	268	205	360	323	253	388
1900	137	112	95*	180	603	<b>704</b>	396	349	200	140	300	220	286
1901	172	116	104	202	<b>622</b>	414	376	148	99*	121	216	119	226
1902	97	85	83*	99	460	715	333	360	<b>750</b>	426	371	204	332
1903	119	106*	153	350	<b>761</b>	664	366	473	579	451	498	269	399
1904	155	132	114	234	<b>930</b>	800	371	170	134	150	156	103*	286
Moy.	200	150	140*	273	<b>841</b>	709	463	405	375	353	349	244	375

rapport donne les chiffres 1 : 21. D'après le Comité suédois des chutes d'eau<sup>1</sup> le plus fort débit observé aux chutes d'Elfkarleby près de l'embouchure du Dalelf serait 1800 m. cub. par sec. et le débit des basses eaux de 105 m. cub. par sec., celui-ci étant cependant défini de la manière indiquée plus haut à propos de la hauteur d'eau. Les chiffres correspondants seraient à Avesta 113 m. cub. par sec.

Pour permettre une comparaison avec les précipitations correspondantes on peut exprimer les débits soit en millions de m. cub. soit en mm., c'est-à-dire que l'on peut se considérer l'eau débitée comme uniformément étendue sur la surface du bassin. Ces hauteurs de débits correspondent parfaitement aux hauteurs de précipitations données plus haut. Nous nous bornons par conséquent à exprimer les débits de cette façon. Le tableau XIII contient les hauteurs d'eau par mois en mm. La hauteur de débit annuelle atteint ainsi 450 mm., la hauteur du débit en Mai 85 mm., en Février et Mars (ainsi exprimé le débit est identique pour ces deux mois à cause de leur longueur inégale) 14 mm. L'inégalité de leur durée explique aussi que Février accuse plus souvent que Mars les minima de hauteur d'eau

<sup>1</sup> Förteckning öfver Statens vattenfall enligt vattenfallskommitténs utredning år 1903. 1903.

mensuelle. Si l'on calcule aussi la hauteur de débit du bassin du Klar elf, on trouve, ainsi que l'on devait s'y attendre en raison de la situation

Tab. XIII.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1894	25	18*	20	56	<b>109</b>	63	53	45	38	29	31	28
1895	25	16	15*	25	<b>107</b>	57	57	86	58	52	48	37
1896	26	16*	17	36	<b>84</b>	69	57	38	35	61	45	30
1897	22	14	13*	27	<b>110</b>	66	32	20	37	54	36	30
1898	33	20	17*	18	93	<b>97</b>	79	83	46	31	34	29
1899	23	17*	18	30	<b>93</b>	91	51	27	20	37	32	26
1900	14	10*	10*	18	61	<b>69</b>	40	35	20	14	29	22
1901	17	11	11	20	<b>63</b>	41	38	15	10*	12	21	12
1902	10	8*	8*	10	47	70	34	37	<b>74</b>	43	36	21
1903	12	10*	16	34	<b>77</b>	65	37	48	57	46	49	27
1904	16	13	12	23	<b>94</b>	80	38	17	14	15	15	10*
	20	14*	14*	27	<b>85</b>	70	47	41	37	36	34	25

plus occidentale de ce bassin, des chiffres notablement plus élevés que pour celui du Dalelf, à savoir, 606 mm. en moyenne annuelle pour la période 1892—1897, 97 mm. pour Mai et 27 pour Février.

#### 4. Intervalle de temps entre les précipitations et l'écoulement.

De nombreux facteurs compliquent la comparaison des précipitations et du débit par an ou par mois. La façon la plus simple d'exprimer le rapport entre ces deux quantités est de donner la fraction des précipitations mesurées que représente le débit mesuré pour une certaine période. Ces coefficients de débit présentent d'ailleurs en eux mêmes un certain intérêt. Si toutefois l'on veut exprimer le rapport entre la quantité d'eau écoulée pendant un certain temps et les précipitations qui ont fourni cette eau, la question se complique notablement, et dans la plupart des cas on peut considérer qu'il est impossible de donner à ce problème une solution exacte.

Si cependant l'on envisage seulement la quantité d'eau qui, tombée sous forme liquide, arrive au fleuve par ruissellement direct et si l'on admet que le reste qui vient au fleuve par des voies souterraines

a une valeur constante, il faut encore avoir égard à l'intervalle de temps moyen qui s'écoule entre l'instant où l'eau tombée atteint le sol du bassin et celui où cette eau atteint le point du fleuve où le débit est mesuré. Nous avons ainsi à comparer les précipitations de tel mois non pas avec le débit du même mois, mais avec le débit d'un autre mois, en retard sur le premier d'un certain nombre de jours correspondant à l'intervalle de temps dont il vient d'être question.

On peut se faire une idée de la longueur de cet intervalle si l'on étudie ce qui se passe lorsqu'après une période de sécheresse accompagnée d'un lent abaissement de la courbe de niveau, se produit une précipitation soudaine et passagère, elle-même suivie d'un relèvement brusque et passager de la courbe. On obtiendra la valeur approximative du retard en notant le nombre de jours écoulés entre celui où s'est produit le maximum de pluie et celui où la courbe atteint son point le plus élevé. La planche IV indique le rapport entre la précipitation et les variations du niveau en quelques cas où les circonstances étaient favorables à l'étude de retard.

Tab. XIV.

Max. de pluie	Max. du niveau	Intervalle de temps
1894 19 VIII	27 VIII	8 jours
1895 23 VI	29—30 VI	6 $\frac{1}{2}$
1897 4 IX	10—12 IX	7
20 IX	28 IX	8
11 X	18 X	7
1898 2 VII	9—10 VII	7 $\frac{1}{2}$
8 VII	15 VII	7
13 VII	21 VII	8
1900 9 VIII	16 VIII	7

Le tableau XIV fournit les mêmes indications. L'intervalle de temps entre les deux maxima est, on le voit, très constant, et varie entre 6 $\frac{1}{2}$  et 8 jours; il est en moyenne de 7 jours  $\frac{1}{2}$ . Pour les précipitations journalières portées à la planche on a pris, puisqu'aussi bien il ne s'agit ici que de valeurs relatives, les moyennes des précipitations observées aux stations déjà utilisées pour le calcul du nombre des jours de précipitation sauf que Glötvola a été remplacée pour 1896—1901 par Brenna, les observations journalières de la première de ces stations n'ayant pas été communiquées. Nous avons ainsi compté l'intervalle de temps nécessaire à la fraction de ruissellement pour atteindre le fleuve à 8 jours. Les courbes



de niveau montrent cependant nettement que toute l'eau précipitée ne s'écoule pas en cet espace de temps, mais que le niveau continue à baisser pendant encore un temps assez long avant de revenir à son niveau antérieur. Ce temps varie beaucoup en raison des conditions diverses du ruissellement, et peut assez fréquemment dépasser un mois. En général cependant il s'agit seulement de 15 à 25 jours. Si l'on tient compte de cet apport d'eau postérieur au maximum de débit, et qui se fait surtout par voie souterraine, on devra attribuer au retard signalé ci-dessus une durée notablement plus longue. Mais alors se présente cette difficulté que la quantité d'eau courante arrivée directement et correspondant à la précipitation de la première moitié d'un mois n'en est pas moins attribuée au mois précédent. Etant donnée la grande importance de l'écoulement souterrain dans notre bassin il est donc difficile d'obtenir un chiffre satisfaisant pour le retard du débit — il faudrait pour cela étudier les courbes des précipitations et du débit pour chaque mois — et nous nous sommes bornés à utiliser le retard de 8 jours constaté entre les maxima des précipitations et des niveaux. Pour la Saale W. ULE<sup>1</sup> a trouvé un retard correspondant de 10 jours, pour l'Elbe bohémien A. PENCK<sup>2</sup> compte 6 jours. L'emploi de ces retards a donné pour ces bassins une égalisation satisfaisante.

Tab. XV.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1894	22	17*	23	76	<b>101</b>	56	53	44	35	27	33	28	515
1895	23	15	14*	49	<b>97</b>	53	62	84	52	52	47	33	581
1896	23	15*	20	49	<b>86</b>	63	54	36	38	62	38	28	512
1897	21	13*	13*	50	<b>107</b>	52	27	21	46	49	34	30	463
1898	31	18	16*	24	<b>111</b>	89	78	79	39	30	32	29	576
1899	21	17*	19	36	<b>112</b>	77	44	23	24	36	31	23	463
1900	13	10	9*	26	<b>73</b>	58	34	36	16	16	30	21	342
1901	15	10	12	31	<b>59</b>	42	30	13	9*	17	18	11	267
1902	10	8*	9	13	<b>63</b>	58	30	51	64	42	30	18	396
1903	12	10*	22	38	<b>84</b>	54	34	56	51	50	41	23	475
1904	15	12	11	38	<b>103</b>	64	30	16	13	16	14	10*	342
Moy.	19	13*	15	39	<b>91</b>	61	43	42	35	36	32	23	449

Le tableau XV indique les débits en mm. des mois retardés de huit jours; les tableaux XVI et XVII donnent les coefficients d'écoulement; dans le premier le débit est compté par mois solaires, dans le second par mois retardés. Ces tableaux montrent que le retard amène une certaine égalisation, mais que cependant celle-ci est souvent tout à

<sup>1</sup> W. ULE: Zur Hydrographie der Saale. — Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa.

<sup>2</sup> A. PENCK: Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen.

Tab. XVI.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1894	61	75	49	151	147	90	47	46*	78	107	52	62	76
1895	78	59	25*	114	206	61	39	72	126	59	112	119	77
1896	118	107	24*	106	221	62	64	41	44	69	346	103	75
1897	69	74	22	93	147	174	71	20*	27	159	65	51	68
1898	254	38*	38*	150	127	100	55	80	98	78	83	45	80
1899	46	49	95	51	202	253	60	84	19*	70	82	68	78
1900	45	28	56	53	244	197	56	38	95	22*	53	43	64
1901	106	61	41	167	394	40	141	29	45	14*	175	25	62
1902	40	40	19*	200	87	333	38	23	181	86	277	84	73
1903	41	38*	38*	81	175	138	44	38*	133	61	205	93	78
1904	55	28	71	50	224	178	181	18*	33	36	94	27	73
	69	48	35*	90	173	111	57	42	65	61	100	59	74

Tab. XVII.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
1894	54	71	56	205	136	80	47	45*	71	100	55	62	76
1895	72	56	23*	223	187	56	43	70	114	59	109	106	76
1896	105	100	29*	144	226	56	61	40	48	70	290	97	75
1897	66	68	22	172	143	137	60	21*	33	144	62	51	68
1898	238	35*	36	200	152	92	54	76	83	75	78	45	79
1899	42	49	100	61	243	214	52	72	23*	68	79	61	77
1900	42	28	50	76	292	166	47	40	76	25*	55	41	64
1901	94	56	44	258	369	41	111	25	41	21*	150	23	61
1902	40	40	21*	260	117	276	34	31	156	84	231	72	72
1903	41	38*	52	91	191	115	41	44	119	67	171	79	77
1904	52	26	65	83	245	138	143	17*	35	38	88	27	72
	66	45	38*	130	186	97	52	43	61	61	94	55	73

fait insuffisante. Comparé au tab. XIII le tab. XV montre que les moyennes s'élèvent en Avril et en Mai, et s'abaissent au contraire en Juin et en Juillet. Ce fait est à peu près indépendant des précipitations, et dépend du retardement des jours de fonte de la neige. Août présente maintenant un débit à peu près aussi considérable que Juillet, ce qui est plus conforme à la réalité les précipitations étant plus considérables pendant le premier de ces mois. Le faible maximum accusé par les précipitations en Octobre reparait aussi dans les débits. Une égalisation correspondante se produit aussi en ce qui concerne les coefficients de débit moyens. Les valeurs sont accrues pour Avril et Mai tandis que la valeur de Juin descend

au-dessous de 100. Le retardement abaisse même la valeur du débit de Novembre (100) commandée par les précipitations considérables d'Octobre.

Pour certains mois il est cependant évident que le retard est tout à fait insuffisant. Cela est spécialement vrai pour les mois qui suivent les périodes de grandes précipitations. La quantité d'eau qui correspond à ces précipitations ne parvient pas à s'écouler pendant le mois lui-même et les huit jours suivants, et rehausse par conséquent de façon anormale les coefficients de débit. En Juillet 1895 les précipitations s'élevèrent à 145 mm., le débit était pendant le même mois sans retard 57 mm., avec retard 62 mm.; le coefficient de débit était donc égal à 43 %, valeur inférieure à la normale. Le mois d'Août suivant vit se produire une précipitation aussi très considérable, 120 mm.; le débit correspondant<sup>1</sup> s'éleva à 84 mm., c'est-à-dire à 70 % de la précipitation, ce qui est une proportion anormalement considérable. Le mois suivant, avec une précipitation, 46 mm., un peu inférieure à la moyenne, présenta un débit de 52 mm. par conséquent supérieur à la précipitation, fait dû à ce que les quantités d'eau correspondant à la haute précipitation des mois précédents ne s'étaient pas encore écoulées. Octobre 1897 sans retard à un coefficient de débit de 159 %, avec retard un coefficient de 144 %; le débit atteint ainsi un chiffre notablement plus élevé que la précipitation, peu considérable à la vérité, et égale à 34 mm. Le fait est du à la précipitation extraordinairement élevée du mois précédent, 138 mm. dont en outre la plus grande partie tomba à la fin du mois (Pl. IV). On se rapproche pour la première fois au milieu de Novembre la hauteur d'environ 9,30 m. atteinte par l'eau avant la première crue du commencement de Septembre, bien que les précipitations aient été très peu abondantes pendant tout Octobre, et à peu près nulles au commencement de Novembre; au milieu de Novembre on a en effet 9,58 m. En Août 1902 les précipitations atteignirent 161 mm. d'où pour le mois suivant un coefficient de débit anormal de 156 %. Même fait l'année suivante; Septembre a alors un débit égal à 119 % de la précipitation, qui ne dépasse pas 43 mm., et cela à cause des précipitations considérables (128 mm.) d'Août. Les mois précédés de périodes de grandes précipitations présentent ainsi, en dépit de retard de 8 jours, des coefficients de débit anormalement élevés, dû au persistant apport d'eaux souterraines provenant des précipitations des mois antérieurs.

Des coefficients de débit trop élevés apparaissent aussi en d'autres occasions, notamment lorsque pendant le mois considéré les précipitations sont très minimales. Il est alors évident que la petite quantité d'eau tombée peut être à peu près toute absorbée par les autres facteurs qui éliminent l'eau du bassin. Le fleuve est en ce cas alimenté par l'eau des périodes antérieures, provenant soit d'une précipitation suffisante du mois précédent qui n'a pas eu le temps de s'écouler, soit d'approvisionnements souterrains plus profonds et plus constants. C'est ainsi qu' Octobre 1894 a un

<sup>1</sup> Dans ce qui suit on parle des mois retardés toutes les fois que le contraire ne sera pas spécifié.

coefficient de débit de 100 % avec seulement 27 mm. de précipitation. En Août 1899 72 % des 32 mm. d'eaux tombées s'écoulèrent, chiffre très au-dessus de la normale; cependant les précipitations avaient les mois précédents été inférieures à la normale. Aux précipitations médiocres de Juillet en 1901 et 1904, 27 et 21 mm., correspondent les coefficients de débit très considérables 111 et 143.

Par contre les mois qui suivent des mois peu pluvieux présentent des coefficients de débit remarquablement faibles, même s'ils accusent eux-mêmes d'importantes précipitations. C'est ainsi qu'on a en Août 1897 un coefficient de débit égal à 21 bien que la précipitation égale à 99 mm. soit normale. Pourtant Juillet n'avait eu que 45 mm. de précipitation. Septembre même fut influencé, et des 138 mm. de précipitation de ce mois il ne s'écoula que 33 %. Août 1899 qui fut précédé d'un Juillet normal a, on l'a déjà vu, une précipitation faible et par conséquent un coefficient de débit élevé; le mois de Septembre suivant présente malgré une précipitation de 105 mm. un écoulement qui n'est pas supérieur à 24 mm. L'eau monte bien à partir du 8 Septembre, mais la montée ne correspond pas du tout à la considérable précipitation.

L'été de 1901 se distingua par des circonstances météorologiques très particulières. Le mois de Juin présenta une précipitation abondante (103 mm.), Juillet une précipitation très faible (27 mm.). Août et Septembre une précipitation faible (52 et 22 mm.), Octobre une précipitation assez considérable. L'eau atteint son maximum de hauteur le 3 Juillet avec 9,98 m., puis baisse, sauf des crues insignifiantes, jusqu'à son niveau le plus bas, 8,76 m., atteint les 3—5 Octobre. Le coefficient de débit fut de 111 % en Juillet, chiffre dû aussi bien à la faible pluviosité de ce mois qu'à la forte pluviosité du précédent, de 25 % en Août, de 41 % en Septembre, et de 21 % en Octobre. Les quantités d'eau écoulées furent les suivantes: 30 mm. en Juillet, 13 mm. en Août, 9 mm. en Septembre, et 17 mm. en Octobre. Pendant les mois d'hiver de 1902 le débit fut ensuite très faible, conséquence de ce fait qu'après la sécheresse de l'été les approvisionnements souterrains n'avaient pas été reconstitués. De même en Août 1904 on a un coefficient de débit très faible (17 %); le mois de Juillet précédent avait été très sec, avec seulement 21 mm. de précipitation.

Ces exemples montrent que même par les mois d'été, et en tenant compte du retard commandé par l'écoulement direct, les coefficients de débit n'expriment pas dans nombre de cas le rapport vrai entre la précipitation et l'écoulement correspondant. Au total, en été la précipitation d'un mois donné correspondrait à la quantité d'eau écoulée le mois suivant bien plutôt qu'à celle du même mois même compté avec un retard de 8 jours. C'est aussi ce qu'indique le tab. XVIII ci-joint qui contient les coefficients de débit de Juillet, Août et Septembre si l'on établit les rapports des précipitations de chacun de ces mois à l'écoulement du suivant. Il faut toutefois observer que même cet énorme retard ne suffirait pas à

prévenir des coefficients supérieurs à 100 % les mois qui suivent une période très pluvieuse.

**Tab. XVIII.**

	Juillet	Août	Sept.
1894.....	40	40	60
1895.....	60	48	113
1896.....	43	38	76
1897.....	44	37	39
1898.....	58	44	66
1899.....	32	63	35
1900.....	49	22	67
1901.....	56	19	54
1902.....	42	46	105
1903.....	57	45	107
1904.....	81	15	41
	51	38	69

Nous avons vu précédemment que pour la Saale un retard de 10 jours donne une égalisation remarquable, et l'on peut considérer que ce délai suffit à l'écoulement des précipitations dans le bassin de ce cours d'eau. Ce bassin est ainsi à ce point de vue très différent de celui du Dalelf. Cette différence doit être attribuée tout d'abord aux qualités du sol superficiel de notre bassin relativement à l'accumulation et à la conduction des eaux et aux propriétés analogues des forêts et des marais. PRALLE<sup>1</sup> a adopté un retard d'un mois complet dans ses recherches sur l'Ilmenau. Cette affluent de l'Elbe coule dans sa partie inférieure à travers les couches sablonneuses des landes de Lüneburg; de là probablement les concordances qui semblent se révéler à cet égard entre ce cours d'eau et le Dalelf. Il faut cependant remarquer que son caractère de rivière de plaine doit aussi contribuer à retarder l'écoulement dans le bassin de l'Ilmenau.

Cette différence entre les délais d'écoulement explique en grande partie que des crues désastreuses se produisent souvent en été dans l'Europe centrale, tandis qu'elles sont rares chez nous.

Il est vrai que dans le bassin de la Saale aussi une précipitation considérable influe sur le débit du mois qui suit, quoique toutefois dans une moindre proportion. Cette influence d'un mois sur les suivants doit s'expliquer, ainsi que le fait observer W. ULE,<sup>2</sup> par les conditions favo-

<sup>1</sup> W. ULE: Zur Hydrographie der Saale. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 10. 1897.

<sup>2</sup> W. ULE: Theoretische Betrachtungen über den Abfluss des Regenwassers. Z. Gw. Bd. VII.

rables ou défavorables qui retardent ou accélèrent l'écoulement, et il est évident que des causes de même ordre doivent agir aussi dans notre bassin et de la même façon. Cela ne doit pas cependant, nous semble-t-il, permettre d'éliminer l'idée d'un emmagasinement d'eau d'une période à une autre. Une partie de l'eau débitée provient toujours des nappes souterraines, mais en général ces nappes récupèrent ce qu'elles abandonnent sur l'eau tombée, et par conséquent ne sont pas modifiées. Pendant un mois très sec, et surtout, si les conditions d'écoulement étaient déjà défavorables antérieurement, les petites quantités d'eau tombée ne suffisent pas à compléter les nappes souterraines qui alimentent presque seules le fleuve, et ces nappes doivent décroître. Le mois qui suit devra donc tout d'abord reconstituer les approvisionnements, et présentera, par rapport aux précipitations un très petit débit. De même il semble qu'un emmagasinement peut se produire sous forme d'accroissement des nappes souterraines. Nous verrons plus loin qu'un emmagasinement de ce genre doit nécessairement se produire dans notre bassin.

Quant aux coefficients de débit des mois d'hiver et de printemps on comprend immédiatement, et il va de soi qu'ils ne traduisent pas un rapport direct entre les précipitations et le débit d'un même mois. Les précipitations se produisent en hiver surtout sous forme de neige qui est emmagasinée, et l'eau qui s'écoule doit pour une grande partie provenir d'une autre période. Le débit décroît régulièrement de Novembre à Mars, et si Janvier présente un coefficient de débit supérieur à celui de Décembre, c'est qu'en Décembre les précipitations sont plus considérables qu'en Janvier. En Avril, Mai et Juin a lieu la fonte des neiges, qui domine complètement l'apport des eaux et commande les hauts coefficients de débit. L'écoulement se produit alors sur un sol plus ou moins gelé avec une grande rapidité et presque tout à fait directement, d'où des crues violentes.

## 5. Rapport entre les précipitations et le débit annuels.

Le coefficient de débit annuel exprime le rapport entre le débit et les précipitations pour l'année. Mais, aussi bien que le coefficient mensuel, le coefficient annuel doit surtout exprimer le rapport entre les précipitations et le débit correspondant, et la question se pose alors de savoir si l'on peut obtenir un tel rapport, et comment on devra dans ce but compter l'année.

L'année hydrologique devra remplir la condition suivante: de l'eau qui s'écoulera pendant cette année aucune partie ne devra provenir de l'année précédente, de celle qui tombera aucune partie ne devra s'écouler pendant les années suivantes. Les facteurs auxquels nous avons à faire

s'il s'agit du régime hydrologique annuel sont évidemment outre les *précipitations* (Pr) et le *débit* (D), l'*évaporation* (Ev) — et nous entendons par là aussi bien celle qui se produit à la surface des cours d'eau, des lacs et du sol que celle qui affecte les nappes souterraines par l'intermédiaire des couches terrestres superposées, et à laquelle nous rattachons aussi les quantités d'eau absorbées par les plantes et restituées par le phénomène de la transpiration — l'*emmagasinement* d'eau sous forme de *neige* ( $N_{em}$ ) et d'*accroissement des nappes souterraines* ( $S_{em}$ ), l'*apport* d'eau sous forme de *neige fondue* ( $N_a$ ) ou d'*eau souterraine* ( $S_a$ ). Pour l'année on a donc l'égalité

$$D = Pr - Ev - N_{em} - S_{em} + N_a + S_a.$$

Pour une série d'années on a sans doute

$$\begin{aligned}\sum N_{em} &= \sum N_a \\ \sum S_{em} &= \sum S_a\end{aligned}$$

d'où en moyenne pour plusieurs années la formule

$$D = Pr - Ev.$$

Cette formule, d'où ressort ce fait important que l'évaporation est égale à la différence entre les précipitations et le débit a été acceptée par A. PENCK<sup>1</sup> et E. BRÜCKNER.<sup>2</sup> W. ULE<sup>3</sup> au contraire estime qu'outre par l'évaporation, l'eau est absorbée par la végétation en telle quantité que cette formule n'est pas exacte. Il est pourtant facile à démontrer que la quantité d'eau utilisée annuellement pour le développement des corps végétaux est tout à fait négligeable; celle qui sert à la transpiration doit être comptée dans l'évaporation. Si nous évaluons l'accroissement annuel des corps végétaux dans nos forêts à 10 m. cub. par hectare<sup>4</sup> c'est-à-dire 11,000 m. cub. par kil. carr., dont 55 % selon M. BÜSGEN<sup>5</sup> peuvent être considérés comme composés d'eau, le développement des forêts absorbe 550 m. cub. d'eau par kil. carr. et par an. Nous pouvons évaluer approximativement la superficie des forêts à 20,000 kil. carr. Des 15,000 millions de m. cub. d'eau qui tombent annuellement 11 millions seulement sont donc absorbés, c'est-à-dire une quantité infime, preuve que ce facteur, même en tenant compte des autres sortes de végétation, est négligeable.

Nous avons vu que nous ne pouvons employer pour une année donnée, si nous la comptons de Janvier à Décembre, la formule simple,

<sup>1</sup> A. PENCK: Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abh. herausg. von Dr. A. PENCK. Bd. V. Wien 1896.

<sup>2</sup> E. BRÜCKNER: l. c.

<sup>3</sup> W. ULE: Zur Hydrographie der Saale. Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa.

<sup>4</sup> valeur assez supérieure à la valeur maxima trouvée par U. WALLMO pour quelques forêts dans la région de Bergslag. U. WALLMO: Rationell skogsafverkning. Örebro 1897.

<sup>5</sup> M. BÜSGEN: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897.

mais celle dans laquelle entrent les quantités  $N_{em}$ ,  $N_a$ ,  $S_{em}$  et  $S_a$ . En effet une quantité d'eau assez considérable tombe sous forme de neige pendant les derniers mois de l'année, et ne s'écoule qu'au printemps suivant. En outre les coefficients de débit mensuels semblent indiquer qu'en hiver, tant que les précipitations sont solides, le fleuve est alimenté par l'eau de l'année précédente. Si par contre nous comptons l'année de Novembre à Octobre, période qui d'après les constatations de W. ULE se rapproche le plus pour l'Europe centrale d'un cycle complet, nous pouvons considérer que  $N_{em} = N_a$ , puisqu'aucun emmagasinement important de neige n'a lieu avant Novembre; mais l'eau nécessaire au débit hivernal devra provenir de la période antérieure. L'année qui conviendrait le mieux à notre régime devrait donc être comptée de Juillet à Juin. Pendant cette période la plus grande partie des neiges emmagasinées en hiver a fondu, et l'eau souterraine consommé en hiver doit avoir été emmagasinée précédemment dans le cours de la même année. Par conséquent pour une année ainsi comptée, la formule  $D = Pr - Ev$  sera exacte.

Nous pouvons donc prévoir que si l'on compte l'année ainsi les précipitations et le débit présenteront les plus grandes concordances. La fig. IV donne des courbes indiquant les variations des précipitations, du débit, et de leur différence par année de calendrier, pour l'année de Novembre à Octobre, et de Juillet à Juin. Nous voyons que les courbes accusent la plus faible concordance pour l'année Juillet-Juin, et une concordance assez satisfaisante pour les deux autres années.

Si nous calculons les coefficients d'écoulement nous constatons qu'ils ne concordent pas aussi bien avec les valeurs des précipitations pour l'année Novembre—Octobre. C'est ainsi qu'à l'année 1903—1904 qui présente les plus faibles précipitations de toute la période correspond le coefficient de débit le plus élevé, 81 %. La cause en est que l'été de 1904 fut très sec en sorte qu'aucun emmagasinement d'eau souterraine ne put avoir lieu, et que d'un autre côté l'automne 1903 vit d'abondantes précipitations lesquelles ne purent s'écouler la même année, mais entraînèrent un fort débit même en Novembre et en Décembre.

De même les discordances des courbes des précipitations et du débit pour l'année Juillet—Juin sont essentiellement causées par de fortes précipitations survenues en Juin qui n'ont pu s'écouler pendant l'année et ont entraîné pour une année un débit trop faible par rapport aux précipitations et l'année suivante un débit trop élevé. En outre il n'est pas impossible que le retard de la fonte des neiges dans les montagnes ait à cet égard une certaine influence.

La grande concordance que l'on observe pour l'année calendaire doit s'expliquer en partie par ce fait que le régime hivernal est plus stable, en partie par ce fait que les valeurs des précipitations et du débit en hiver sont médiocres, en sorte que les écarts des conditions normales ont peu d'influence sur les moyennes annuelles.



Bien que très certainement l'année Juillet—Juin corresponde mieux à un cycle hydrologique complet tel que nous l'avons défini plus haut,

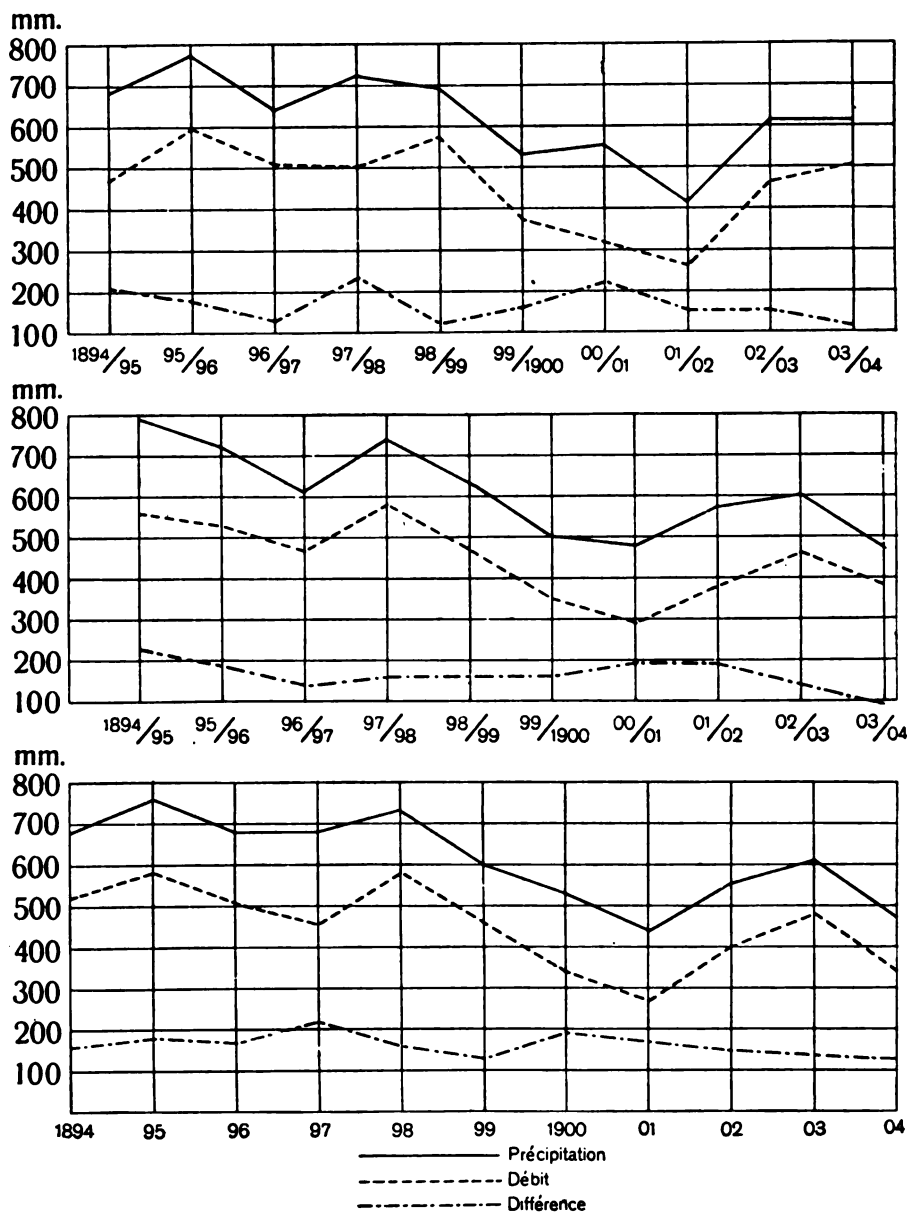


Fig. 4.

les valeurs de l'année calendaire sont donc plus favorables à l'étude des rapports entre les précipitations et le débit selon les années. Si nous adoptons cette façon de compter nos chiffres s'appliquent aux périodes

considérées par les autres auteurs que nous invoquons à titre de comparaison. La réponse à la question que nous nous sommes posés sera donc au total la suivante: les conditions du débit dépendant à chaque instant si étroitement de la pluviosité des mois précédents, il est à tout prendre impossible d'obtenir pour l'année un coefficient de débit exprimant le rapport entre des quantités vraiment correspondantes d'eau tombée et d'eau débitée.

La fig. 4 montre qu'en général le débit est d'autant plus considérable que les précipitations sont plus abondantes, et inversement. Les courbes des précipitations et du débit accusent une concordance à peu près complète en sorte que si l'une s'abaisse l'autre s'abaisse aussi, et inversement. Par contre les totaux ne sont pas identiques ni ne varient régulièrement.

Si nous étudions de près le tab. XIX qui indique les précipitations, le débit, les pertes, c'est-à-dire les différences, et le coefficient de débit pour les diverses années, nous constaterons cependant que le rapport entre les précipitations et le débit est tel que plus les précipitations sont

Tab. XIX.

	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	Moy.
Précip. . . . .	677	<b>761</b>	684	681	733	597	533	436*	547	613	472	612
Débit . . . . .	515	<b>581</b>	512	463	576	463	342	267*	396	475	342	449
Perte . . . . .	162	180	172	<b>218</b>	157	134	191	169	151	138	130*	163
Coeff. de débit	76	76	75	68	<b>79</b>	77	64	61*	72	77	72	73

considérables plus le coefficient de débit est élevé. Cette loi ressort des études faites antérieurement en d'autres bassins, et s'est trouvée vraie partout. A. PENCK<sup>1</sup> l'a démontrée pour l'Elbe bohémien et la Moldau, J. MÜLLNER<sup>2</sup> pour le Traun et l'Ens, W. ULE<sup>3</sup> pour la Saale. W. ULE a en outre étudié la question pour un certain nombre de fleuves de l'Europe centrale, et a montré que dans des domaines géographiques analogues des relations fixes presque identiques existent entre les précipitations et le débit. Les recherches hydrologiques faites en Amérique<sup>4</sup> conduisent

<sup>1</sup> A. PENCK: Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abhandl. herausg. von A. PENCK. Bd. V. 1896.

<sup>2</sup> J. MÜLLNER: l. c.

<sup>3</sup> W. ULE: Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 14. 1903.

<sup>4</sup> F. H. NEWELL: Results of stream measurements. Fourteenth annual report of the U. S. Geological Survey. Part II. 1894.

G. W. RAFTER: The relation of rainfall to run-off. U. S. Geol. Survey; Water-Supply and Irrigation Paper No. 80. 1903.

J. C. HOYT and R. H. ANDERSON: Hydrography of the Susquehanna river drainage basin. U. S. Geol. Survey; Water-Supply and Irrigation paper No. 109. 1905.

aussi au même résultat. Quant aux bassins suédois, O. APPELBERG<sup>1</sup> à déjà conclu de ses recherches que le coefficient de débit est plus bas les années peu pluvieuses que les années pluvieuses.

Le tab. XIX n'indique pas une concordance parfaite des minima et des maxima des précipitations et des coefficients de débit, mais si nous

**Tab. XX.**

Précip.	Débit	Perte	Coeff. de débit	Coeff. de perte
<b>761</b>	<b>581</b>	180	<b>76</b>	<b>24</b>
733	576	157	<b>79</b>	<b>21*</b>
684	512	172	75	25
681	463	<b>218</b>	68	32
677	515	162	76	24
613	475	138	77	23
597	463	134	77	23
547	396	151	72	28
533	342	191	64	36
472	342	130*	72	28
436*	267*	169	<b>61*</b>	<b>39</b>

rangeons (tab. XX) les coefficients par ordre de précipitations décroissantes, nous constatons, bien que les discordances soient encore notables, que la loi s'affirme en général. Nous avons précédemment fait observer

**Tab. XXI.**

Précip.	Débit	Perte	Coeff. de débit	Coeff. de perte
750	580	170	77	23
660	490	170	74	26
560	400	160	71	29
450	300	150	67	33

que la période que nous avons étudiée se divise en deux phases très différentes au point de vue des précipitations. Si nous prenons la moyenne de la période pluvieuse qui comprend les 5 premières années, nous obtenons un coefficient d'écoulement égal à 75 %; le coefficient de la pé-

<sup>1</sup> O. APPELBERG: l. c.

riode sèche ne dépasse pas 71 %. Si ensuite nous groupons les précipitations pour chaque cent mm., nous obtenons des moyennes à peu près également distantes les unes des autres. Le tab. XXI renferme ces moyennes avec les valeurs correspondantes des autres quantités. Il montre très clairement que les coefficients de débit s'élèvent en même temps que les précipitations, mais semble-t-il d'autant plus lentement que les précipitations sont plus faibles. D'une façon analogue les coefficients de perte s'élèvent d'autant plus que les précipitations sont moins considérables.

Si dans un système de coordonnées rectangulaires nous prenons les valeurs de précipitation comme abscisses et les valeurs de débit comme ordonnées, nous pouvons construire une courbe (fig. 5) exprimant le rap-

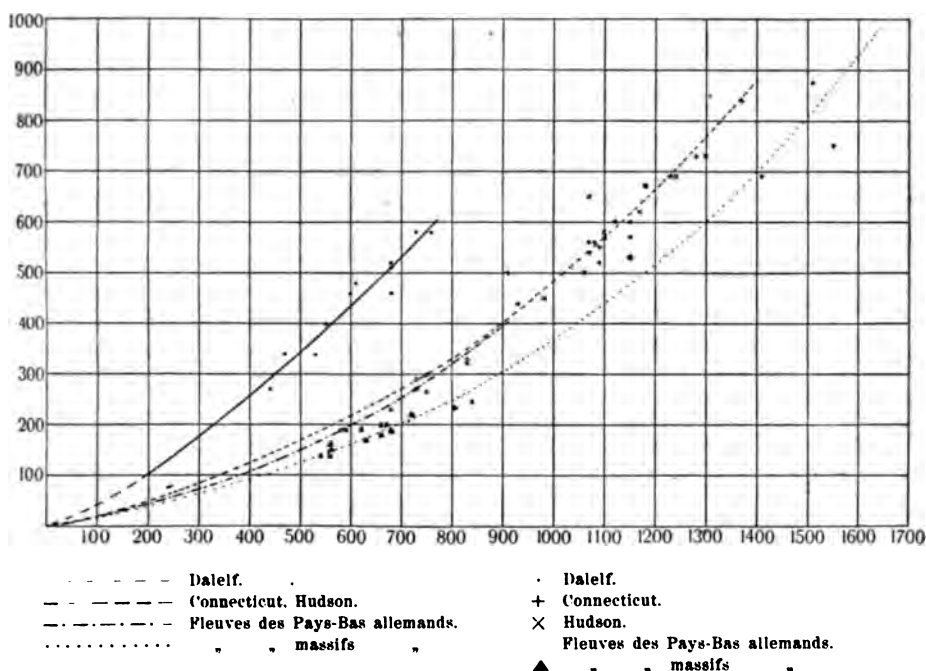


Fig. 5.

port cherché entre les précipitations et le débit. Nous obtenons un système de points à travers lesquels on peut sans difficulté tracer une courbe continue. Cette courbe sera convexe vers l'axe des abscisses, et prolongée, atteindrait, comme l'admet W. ULE, l'origine. Nous n'avons pas jugé nécessaire de chercher à exprimer analytiquement cette courbe au moyen d'une formule. Outre la courbe du Dalelf nous avons, pour permettre une comparaison, dessiné dans la même figure la courbe correspondante des cours d'eau des massifs et des Pays-Bas allemands (d'après W. ULE) et celle des fleuves Connecticut et Hudson,<sup>1</sup> les courbes de ces

<sup>1</sup> construite d'après les chiffres de G. W. RAFTER: l. c.

derniers pouvant être confondues en une seule tant les conditions géographiques et par conséquent les caractères hydrologiques de ces cours d'eau sont semblables. Nous donnons aussi les valeurs à l'aide desquelles la courbe a été construite; il faut remarquer à ce propos qu'en construisant la courbe W. ULE a rayé toutes les valeurs lorsque les précipitations étaient anormales d'une façon quelconque; aussi en ce qui concerne ses courbes constate-t-on des écarts moindres entre la courbe et les valeurs particulières. Nous avons groupé dans le tab. XXII les valeurs de débit tirées des courbes et correspondant à certaines hauteurs de précipitation ainsi que les coefficients de débit correspondants. Dans le tab. XXIII

Tab. XXII.

Préc.	Fleuves des massifs allemands		Fleuves des Pays-Bas allemands		Connecticut, Hudson		Dalelf	
	Débit	Coeff. de déb.	Débit	Coeff. de déb.	Débit	Coeff. de déb.	Débit	Coeff. de déb.
200	41	20	53	27	48	24	102	51
400	93	23	117	29	125	31	262	66
500	125	25	156	31	170	34	341	68
600	162	27	202	34	218	36	435	73
700	204	29	256	37	270	39	530	76
800	253	32	320	40	331	41	635	79
1000	370	37			483	48		
1200	519	43			663	55		
1400	704	50			880	63		
1500	811	54						
1700	1060	62						

enfin nous donnons pour divers bassins les moyennes de la précipitation, du débit, de la différence, c'est-à-dire l'évaporation, et des coefficients de débit et d'évaporation.

Ces bassins si différemment situés accusent ainsi de grandes dissemblances quant au rapport entre les précipitations et le débit. La courbe la moins ascendante est celle des cours d'eau des massifs allemands, comme l'Elbe en Bohême et en Saxe, le Main et la Saale. Une précipitation de 600 mm. correspond dans les bassins de ces cours d'eau à un débit d'environ 160 mm. Les coefficients de débit varient entre 27 et 29 ‰. Ce n'est que lorsqu'apparaissent les hauts chiffres de précipitation dans les régions alpines septentrionales, représentées par les bassins de la Traun et de l'Ens que la moitié de la précipitation est débitée. Les cours d'eau des Pays-Bas allemands — tels l'Ilmenau, l'Aller, le Weser — accusent

des coefficients de débit plus élevés que les cours d'eau des massifs ci-dessus cités. W. ULE explique ce fait par le grand rôle que jouent les couches superficielles perméables du sol dans ces régions — rôle soupçonné relativement aux conditions d'écoulement de l'Ilmenau; l'eau s'infiltrant aisément dans le sol échappe à la forte évaporation de la surface. Mais de plus la position plus septentrionale et surtout plus océanique de ces bassins doit agir dans le même sens. Le bassin de la plate-forme russe du Dnjepr par contre accuse le plus bas coefficient de débit, 25 %. Comme dans cette région la précipitation atteint 550 mm. les conditions sont ici peu différentes de celles des massifs allemands. Le fait que le

Tab. XXIII.

	Période	Préc.	Déb.	Év.	Déb. %	Év. %
Elbe bohémien <sup>1</sup>	1876—90	692	192	500	27.8	72.2
Elbe saxon <sup>1</sup> . .	1876—94	675	199	476	28.7	71.3
Saale <sup>1</sup> . . . .	1882—1901	615	169	446	27.5	72.5
Main <sup>1</sup> . . . .	1886—97	657	187	470	28.5	71.5
Enns <sup>1</sup> . . . .	1881—90	1450	690	760	47.6	52.4
Traun <sup>1</sup> . . . .	1881—90	1530	870	660	56.8	43.2
Ilmenau <sup>1</sup> . . .	1848—73	593	193	400	32.5	67.5
Aller <sup>1</sup> . . . .	1891—1900	669	226	443	33.8	66.2
Weser <sup>1</sup> . . . .	1894—1900	744	263	481	35.4	64.6
Dnjepr <sup>2</sup> . . . .	1877—1901	549	138	411	25.2	74.8
Connecticut <sup>3</sup> . .	1872—85	1110	506	504	54.6	45.4
Hudson <sup>3</sup> . . . .	1888—1901	1123	591	532	52.6	47.4
Dalelf . . . .	1894—1904	612	449	163	73.4	26.6

débit est ici moindre que pour les cours d'eau des Pays-Bas ci-dessus cités s'explique aisément par l'action du climat beaucoup plus continental, bien que l'influence du climat sur l'évaporation en été soit à un haut degré compensée par l'abondance des chutes de neige.

Ces fortes chutes de neige nous semblent devoir être l'une des causes déterminantes de l'élévation inattendue des débits des bassins américains que nous avons cités, ceux du Connecticut et de l'Hudson. Il faut toutefois noter que les valeurs des précipitations, étant calculées par la méthode des moyennes directes et sans tenir compte des conditions de niveau

<sup>1</sup> W. ULE: Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 14. 1903.

<sup>2</sup> E. OPPOKOW: Zur Frage der vieljährigen Abflussschwankungen in den Bassins grosser Flüsse, im Zusammenhang mit dem Gang der meteorologischen Elemente. Z. Gw. Bd. 5. 6.

<sup>3</sup> G. W. RAFTER: l. c.

peuvent être trop basses. Autrement on aurait pu prévenir, étant données la situation méridionale de ces régions — environ  $42^{\circ}$  de lat. N. — et leur faible humidité relative, un débit très peu considérable. La hauteur du débit doit être surtout une conséquence des froids de l'hiver et des abondantes chutes de neige. Pour une précipitation de 1200 mm. le débit atteint 55 % tandis que de la courbe des bassins des massifs de l'Europe centrale on tire 43 %.

Grâce au rôle que les chutes de neige jouent dans ces bassins nord-américains ils ressemblent plus que les autres à celui du Dalelf en ce qui concerne le régime du débit. Le Dalelf a un débit notablement plus considérable qu'aucun des autres cours d'eau cités. Le coefficient de débit atteint 73 % pour une précipitation de 600 mm. Mais si l'on considère les nombreux facteurs qui tendent à hausser le débit dans notre bassin, ce chiffre peut ne pas paraître nécessairement trop élevé. Ces facteurs sont tout d'abord la situation septentrionale (environ  $61^{\circ}$  lat. N.), la basse température moyenne (à Falun +  $3^{\circ}.9$ , à Sveg +  $1^{\circ}.0$ ), la faible évaporation à la surface de la neige en hiver, la fonte et l'écoulement rapide des masses de neige sur le sol gelé au printemps, les couches superficielles souvent perméables du sol qui empêchent une grande évaporation de surface.

Par contre il semble douteux que les forêts aient l'influence que G. W. RAFTER<sup>1</sup> leur attribue dans les bassins américains, où elles contribueraient à accroître le débit. Elles agissent sur le débit de plusieurs façons. Grâce à la propriété qu'elles possèdent, comme les marais de retenir l'eau et de retarder l'écoulement, elles contribuent, selon la remarque de W. ULE,<sup>2</sup> à rendre les conditions du débit favorables, et peuvent par conséquent accroître ainsi l'écoulement direct. En outre elles protègent à un haut degré contre une forte évaporation l'eau qui a pénétré jusqu'au sol. Mais cette action est compensée par ce fait qu'une grande partie de l'eau tombée est retenue par les branchages des arbres où elles s'évapore aisément. En outre les forêts utilisent pour la transpiration des quantités d'eau assez considérables. Lequel de ces facteurs qui accroissent ou diminuent la quantité d'eau débitée a une action dominante? Cela peut être très différent selon les régions. Ici encore la nature et la répartition des précipitations aussi bien que les caractères orographiques du bassin doivent jouer un grand rôle. Dans la plate-forme russe à la limite de la forêt et des steppes P. OTOTZKIJ<sup>3</sup> a constaté un notable abaissement du niveau des eaux souterraines dans le domaine de la forêt par rapport à celle des régions non boisées. Des recherches postérieures entreprises dans des régions montagneuses n'ont pas, d'après le même

<sup>1</sup> G. W. RAFTER: l. c.

<sup>2</sup> W. ULE: Theoretische Betrachtungen über den Abfluss des Regenwassers. Z. Gw. Bd. VII.

<sup>3</sup> P. OTOTZKIJ: Der Einfluss der Wälder auf das Grundwasser. Z. Gw. Bd. I, II, III.

auteur,<sup>1</sup> donné de résultats certains. Nous n'osons pas quant à nous nous prononcer sur le point de savoir quel est au total le résultat de l'influence des forêts sur le débit dans le bassin du Dalelf.

Tab. XXIV.

	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	Moy.
Précip.	677	761	684	681	733	597	533	436	547	613	472	612
Débit calculé	506	592	514	511	563	432	372	287	385	447	318	448
» mesuré	515	581	512	463	576	463	342	267	396	475	342	449
Différence	-9	+11	+2	+48	-13	-31	+30	+20	-11	-28	-24	21

Le tab. XXIV nous permet de constater que notre courbe relative au Dalelf exprime assez exactement le régime du débit pour les diverses années de la période étudiée. L'erreur n'atteint qu'une seule année 10 %,

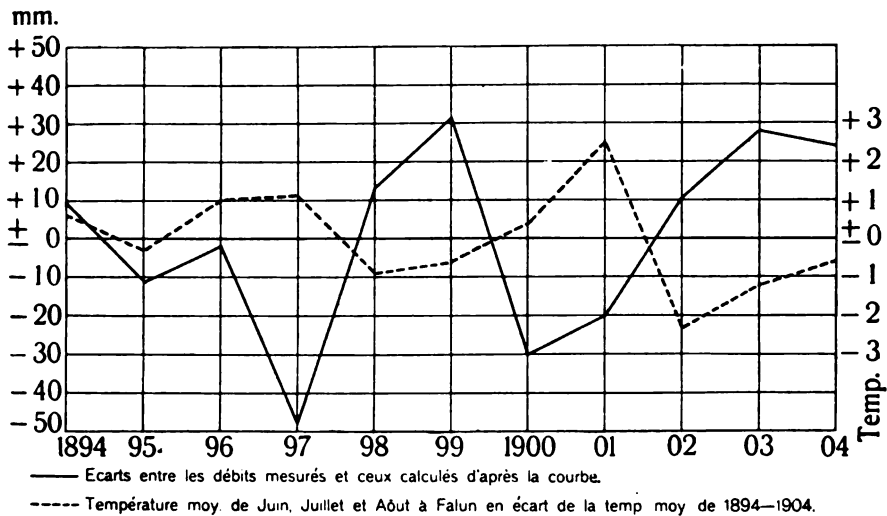


Fig. 6.

et ne dépasse pas en moyenne 5 %. La précipitation apparaît ainsi comme le facteur qui agit le plus sur la quantité du débit. Mais la température agit sans doute aussi, et l'on peut penser que les écarts qui séparent les valeurs mesurées des valeurs tirées de la courbe, lesquelles peuvent être considérées comme valeurs normales, sont causés par ce facteur. Pour savoir dans quelle mesure cela est exacte, nous avons (fig. 6) dessiné les dits écarts, et aussi les écarts entre la température moyenne de

<sup>1</sup> P. OTOTZKI: Zur Frage über die hydrogeologische Rolle der Wälder in Gebirgsgegenden. Z. Gw. Bd. VI.



Juin, Juillet et Août à Falun<sup>1</sup> et la température moyenne de toute la période. Nous avons choisi uniquement les mois d'été parce que très certainement c'est pendant cette saison que la température agit le plus sur le débit. Nous ne constatons évidemment pas un contraste complet entre les deux courbes, mais nous voyons pourtant que les valeurs de la température et du débit se trouvent en général séparées par la ligne de 0. Pendant 6 ans le débit mesuré a été supérieur au débit calculé, et pendant 5 de ces 6 années la température moyenne de l'été a été inférieure à la normale. De même manière pendant 5 années le débit a été inférieur au débit calculé, et dans 4 de ces cas la température a été supérieure à la normale.

Les trois années pendant lesquelles le débit a été beaucoup trop bas sont 1897, 1900 et 1901. Ces trois années ont eu en été une température élevée, supérieure de respectivement 1°.1, 0°.4 et 2°.5 à la normale; elles ont eu aussi en été des précipitations faibles, inférieures respectivement de 61, 45 et 61 mm. à la normale. Si nous comparons maintenant ces écarts du débit avec les valeurs de la différence psychrométrique ( $T-t$ ) que nous pouvons considérer comme exprimant avec une exactitude suffisante l'évaporation,<sup>2</sup> nous constatons que les valeurs de  $T-t$  à Falun pour les mois d'été de 1897, 1900 et 1901 sont supérieures de 0.7, 0.5 et 0.6 à la normale. Les années 1898, 1893, 1903 et 1904 ont eu des débits assez trop forts. Si nous recherchons de la même façon ce qu'il en est des valeurs de la température, des précipitations et de l'évaporation en été pendant ces années, nous trouvons les données nécessaires groupées dans le tableau XXV. Nous voyons que 1898 et 1903 présentent en été une basse température, une précipitation considérable et une évaporation faible, faits qui s'accordent avec le débit trop fort. En 1899 et en 1904 les conditions sont autres: la température est assurément basse, mais la précipitation l'est également tandis que  $T-t$  a une valeur trop grande. Pour ces deux années on peut distinguer semble-t-il une influence de l'année précédente sur le débit.

Tab. XXV.

	1898	1899	1903	1904
Écart du débit.....	+ 13	+ 31	+ 28	+ 24
» de la temp. en été	— 0°.9	— 0°.6	— 1°.2	— 0°.6
» des préc. » »	+ 102	— 90	+ 16	— 83
» de $T-t$ » »	— 0.7	+ 0.5	— 0.7	+ 0.6

<sup>1</sup> Observations météorologiques suédoises publiées par l'académie royale des sciences de Suède. 2:ième série.

<sup>2</sup> G. SCHWALBE: Ueber die Darstellung des jährlichen Ganges der Verdunstung. M. Z. 1902.

Le rapport entre la précipitation et le débit exprimé par la courbe du Dalelf devrait d'une façon générale être valable pour des bassins de même constitution géographique. Tout d'abord on devrait penser qu'il convient à des parties du bassin du Dalelf, au bassin voisin du Klarelf, et peut-être aux bassins du Norrland, tandis qu'au contraire un autre rapport devrait exister dans les bassins des basses terres suédoises.

Nous avons constaté que le bassin du Vesterdalelf reçoit 660 mm. de précipitations; à ce chiffre devrait correspondre un débit de 490 mm. c'est-à-dire, pour une superficie de 8,850 kil. carr. de 4,200 millions de m. cub. Dans le bassin de l'Österdalelf et dans celui du Dalelf en aval de Djurås les précipitations étaient de 580 mm.; le débit devrait donc se chiffrer ici par 410 mm., c'est-à-dire respectivement 5,050 et 2,330 millions de m. cub. Si nous nous servions ainsi pour ces diverses parties du bassin de la courbe trouvée pour le bassin tout entier, nous obtiendrions pour tout le bassin en amont d'Avesta un débit de 11,550 millions de m. cub., soit 438 mm. Or nous avons déjà évalué ce débit à 449 mm., c'est-à-dire 11 mm. de plus. La différence qui ne s'élève pas à 3 ‰, est donc à peu près insignifiante.

Pendant les 5 années Juillet-Juin 1892/93—1896/97 le débit du bassin du Klarelf atteignit 606 mm.; à cette quantité d'eau devrait correspondre, si la courbe du Dalelf peut être appliquée ici, une précipitation de 775 mm., chiffre probablement très rapproché du chiffre réel. Un calcul approximatif d'après la méthode indiquée au milieu de la page 15, nous a en effet donné 753 mm.; ce chiffre s'écarte de moins de 3 ‰ de celui obtenu à l'aide de la courbe. Si cette valeur de la précipitation obtenue à l'aide de la courbe (775 mm.) était exacte, le coefficient de débit du Klarelf atteindrait 78 ‰.

Seules des recherches étendues à plusieurs ou au moins à un ou deux autres bassins pourront toutefois permettre de déterminer dans quelle mesure le rapport constaté par nous entre la précipitation et le débit pour le bassin du Dalelf peut être appliqué à d'autres bassins.

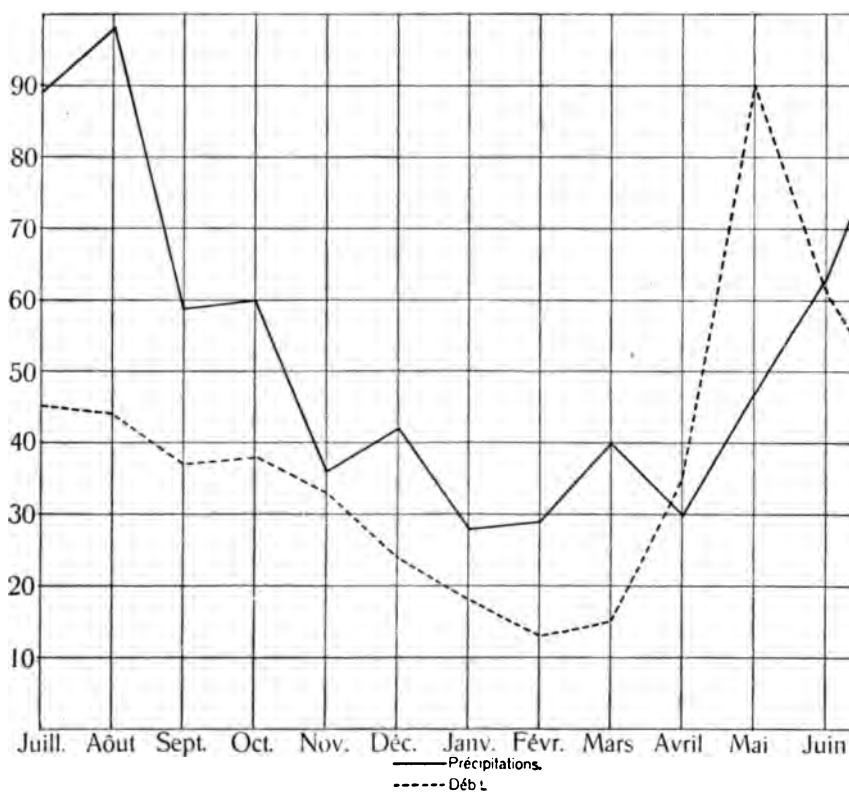
## 6. Rapport entre les précipitations et le débit aux différentes époques de l'année.

Au début du chapitre précédent nous avons déclaré que l'année hydrologique devrait pour le bassin du Dalelf être comptée de préférence de Juillet à Juin; dans le présent chapitre où nous traitons principalement de moyennes pour toute la période, nous emploierons cette façon de compter. Les moyennes s'appliquent donc à la période décennale 1894/95—1903/04. Le tab. XXVI renferme les moyennes mensuelles de la précipitation, du débit, de la différence et du coefficient du débit; la fig. 7

donne les courbes des deux premiers. Ces courbes manifestent certaines variations de la dépendance du débit par rapport aux précipitations différentes époques de l'année. En Juillet, Août, Septembre et Octobre il y a une certaine concordance entre les précipitations et le débit, mais

**Tab. XXVI.**

	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin
Précip. . . .	89	98	59	60	35	42	28	29	40	30	47	61
Débit . . . .	45	44	37	38	33	25	18	13	15	35	90	61
Différence . .	+44	+54	+22	+22	+2	+17	+10	+16	+25	-5	-43	-
Coeff. de débit	51	43	63	63	94	60	64	45	38	112	191	91



**Fig. 7.**

est notament par ce fait que la courbe du débit présente le maximum secondaire d'Octobre. Il est vrai qu'à la précipitation maxima d'août ne correspond pas le débit maximum, ce qui pourrait s'expliquer par l'intensité de l'évaporation surtout les mois antérieurs. Le coefficient

débit varie entre 45 en Août et 63 en Septembre et Octobre. Les mois suivants il varie entre 38 en Mars et 94 en Novembre, et tandis que pendant ces mois la précipitation demeure variable, le débit baisse régulièrement jusqu'en Février pour se relever faiblement en Mars. Avril, Mai, et Juin par contre sont caractérisées par des débits supérieurs à 100, ou très rapprochés de ce chiffre. Il semble résulter de là que l'on pourrait diviser l'année en trois périodes, la première, période d'été, comprenant les mois Juillet—Octobre, la seconde, période d'hiver, les mois Novembre—Mars, la troisième, période de printemps, les mois Avril—Juin.

Etudions tout d'abord un peu le rapport entre la précipitation et le débit pendant ces périodes pour les diverses années. Le tab. XXVII donne les valeurs de la précipitation en été, le débit correspondant, la

Tab. XXVII.

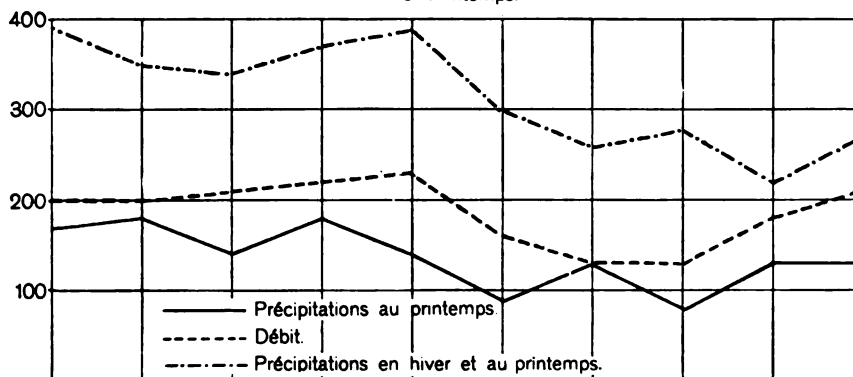
	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	Moy.
Précip. . . . .	285	<b>399</b>	350	316	335	275	248	184*	341	330	306
Débit . . . . .	159	<b>250</b>	190	143	226	127	102	69*	187	191	164
Diff. . . . .	126	149	160	<b>173</b>	109*	140	146	115	154	139	142
Coeff. de débit . .	56	63	54	52	<b>68</b>	46	41	38*	55	56	54

différence entre ces deux quantités, et enfin le coefficient de débit. La fig. 8 reproduit en outre les courbes de la précipitation et du débit pour la période. Nous constatons pendant cette période une concordance très complète de la précipitation et du débit, fait à prévoir si le débit provenait de la précipitation de la même période. A la précipitation maxima correspond de même que pour l'année le débit maximum et un haut coefficient de débit (63 %); à la précipitation minima correspondent le débit et coefficient minima.

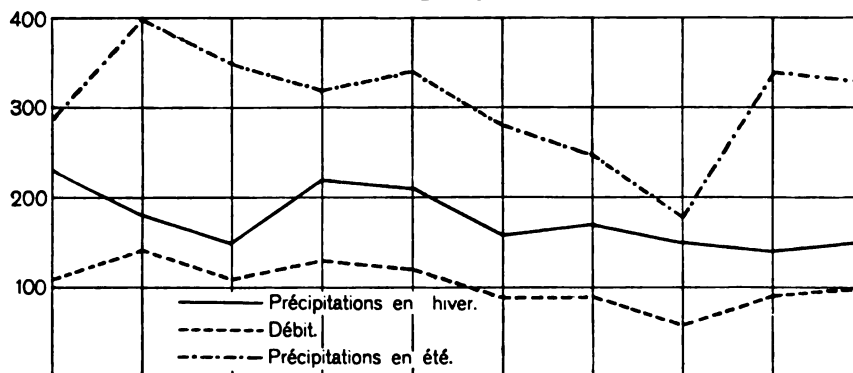
Aussi pouvons-nous construire pour l'été une courbe montrant la dépendance de débit par rapport à la précipitation (fig. 9). La forme de cette courbe est, on le voit, assez différente de celle que nous avons précédemment donnée pour l'année. Pour les précipitations faibles elle est très basse, mais elle s'élève très vite dès qu'on dépasse une valeur d'environ 250 mm. Ce fait était à prévoir puisque lorsque les précipitations sont faibles, les conditions d'écoulement sont défavorables, et, sans compter une forte évaporation, restreignent le débit; lors des fortes précipitations au contraire le débit redevient normal. La fig. 8, 1 où l'on a aussi dessiné la courbe des écarts moyens entre T—t à Falun en été et la moyenne de la même quantité, montre que l'évaporation a une évolution nettement inverse de celle du débit. Par contre il n'y a pas de concordance appréciable entre les courbes de l'évaporation et de la différence entre les pré-

précipitations et le débit. Dans la seconde de ces quantités, rentrent il est vrai, non seulement l'évaporation météorologique mais aussi la transpiration

### 3. Printemps.



### 2. Hiver.



### 1. Été.

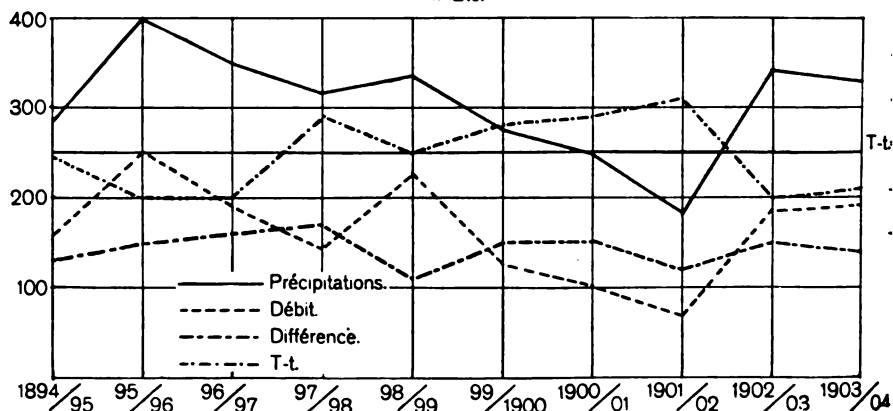


Fig. 8.

des plantes et la balance des eaux souterraines. Ce dernier fait ressort nettement de la comparaison de la différence entre la précipitation

et le débit pendant cette période (tab. XXVII et de la même différence pendant l'année (comptée de Juillet à Juin, tab. XXVIII), quantité qui représente bien l'évaporation annuelle. Cette comparaison montre que pour

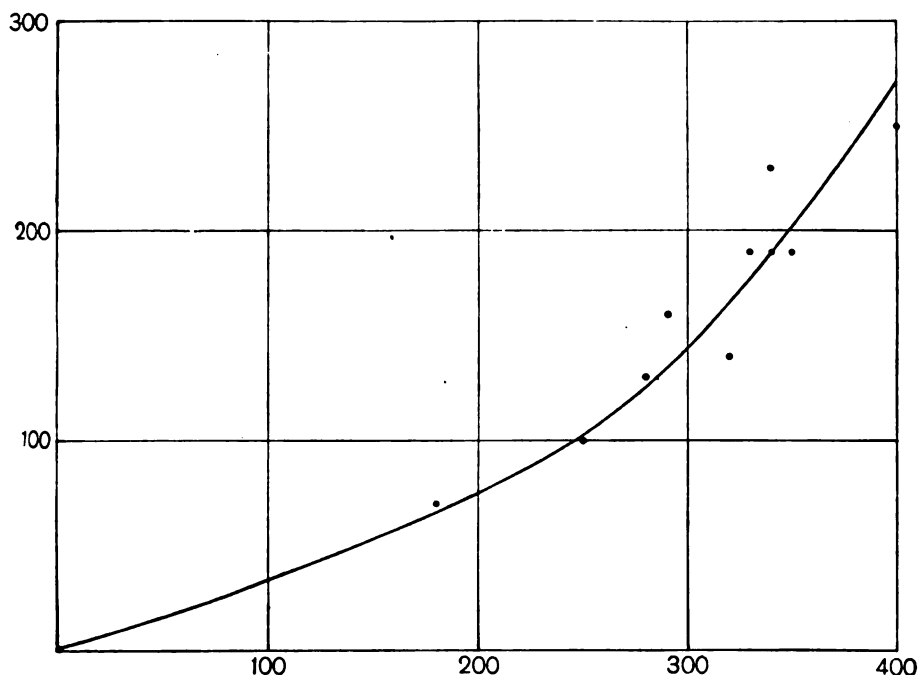


Fig. 9.

deux années la différence est en été supérieure à l'évaporation annuelle, pour une année égale à la dite évaporation, et pour deux années inférieure seulement de 8 et 13 mm. Cela serait évidemment absurde si la différence

Tab. XXVIII.

	1894/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/1900	00/01	01/02	02/03	03/04	Moy.
Précip. . . . .	678	765	643	722	686	531	546	412	609	608	620
Débit . . . . .	471	586	512	496	569	370	322	259	455	498	454
Différence . . . .	207	179	131	226	117	161	224	153	154	110	166
Coeff. d'écoul. . .	69	77	80	69	83	70	59	63	75	82	73

de l'été comprenait uniquement les quantités évaporées. Comme d'un autre côté il n'y a aucune raison de supposer que le débit de l'été ou l'évaporation de l'année soient affectés d'erreurs suffisantes pour expliquer cet état de choses, il faut qu'en été l'eau s'échappe autrement que par

l'évaporation et la transpiration, et force nous est alors d'admettre qu'il se produit un emmagasinement sous forme de nappes souterraines.

Si nous considérons ensuite les valeurs de la précipitation, du débit, de leur différence et du coefficient de débit pour la période d'hiver portées au tab. XXIX, nous ne constatons plus de concordance entre la précipitation et le débit. L'évolution des deux quantités est bien assez concordante ainsi que le montre la fig. 8, 2, mais les valeurs ne varient plus quantitativement suivant une loi fixe. A la plus élevée correspond ainsi un débit qui ne dépasse que d'une quantité insignifiante la normale et à la plus basse un débit très peu inférieur au normal. C'est pourquoi il n'est pas possible de construire pour l'hiver une courbe analogue à celles que nous avons construites pour l'année et pour l'été. Dans les bassins de l'Europe centrale c'est au contraire en hiver (Novembre—Avril) que se produit la meilleure concordance entre la précipitation et le débit.

Il ressort en outre du tableau que le débit est notablement plus constant en hiver qu'en été, fait que l'on peut prévoir si les nappes sou-

Tab. XXIX.

	1894/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/1900	00/01	01/02	02/03	03/04	Moy.
Précipitation . . . .	225	182	151	224	210	162	167	148	135*	145	175
Débit . . . . .	113	138	113	129	118	86	88	56*	92	102	104
Différence . . . . .	118	44	38*	95	92	76	79	92	43	43	71
Coeff. d'écoul. . .	51	76	75	58	56	53	53	38*	68	71	59

terraines fournissent une quantité d'eau à peu près constante. Il est toujours évident qu'en hiver le débit n'est point aussi dépendant des précipitations qu'en été. Mais si nous comparons les valeurs du débit d'hiver et celles des précipitations de l'été, — ces dernières sont reportées sur la même fig. —, nous constatons qu'il n'y a certes pas une concordance très frappante, mais cependant que dans la plupart des cas à une hausse de la courbe des précipitations correspond une hausse de la courbe du débit, et inversement.

En ce qui concerne enfin le rapport entre les précipitations et le débit du printemps la hauteur du coefficient de débit, en moyenne 133 %, suffirait à montrer que pendant cette période le débit dépend non seulement des précipitations de la saison, mais aussi des quantités de neige emmagasinées pendant la période précédente. La fig. 8, 3 montre aussi qu'il n'y a point concordance entre les précipitations et le débit au printemps. On obtient un meilleur résultat si l'on compare au débit du printemps la somme des précipitations de l'hiver et du printemps.

Le résultat auquel nous sommes arrivés en ce qui concerne le rapport entre le débit et la précipitation corrobore l'opportunité d'une division en trois périodes. Les caractères essentiels et les formules de ces périodes sont les suivantes. Pour l'été: le débit est alimenté en temps normal par les précipitations de la saison; l'eau qui n'est pas débitée s'évapore soit de la surface du sol, soit des nappes souterraines ou par la transpiration des plantes, ou encore est emmagasinée sous forme d'accroissement des nappes souterraines. La formule exprimant le régime hydrologique de cette période qui comprend les mois de Juillet, Août, Septembre et Octobre (bien que pendant ce dernier mois une partie des précipitations tombe sous forme de neige qui, nous l'avons déjà dit, constitue les derniers jours une couverture continue dans certaines parties du bassin) sera la suivante:

$$D = Pr - Ev - S_{em}.$$

En hiver la plus grande partie des précipitations tombe sous forme solide et constitue des emmagasinevements de neige. Pour entretenir son débit le fleuve a recours à l'eau emmagasinée; la formule sera:

$$D = Pr - Ev - N_{em} + S_a.$$

Au printemps le débit est en grande partie alimenté par les précipitations de la période précédente emmagasinées sous forme de neige, et d'ailleurs aussi par les précipitations de la saison même. L'eau s'échappe, comme en été sous l'influence de divers facteurs d'évaporation. La formule sera:

$$D = Pr - Ev + N_a.$$

Nous avons donc finalement à rechercher les valeurs des quantités qui entrent dans ces formules. Nous apprenons ainsi d'où vient l'eau aux diverses époques de l'année. Pour ces sortes de recherches on a suivi ordinairement la marche suivante adoptée par A. PENCK.<sup>1</sup> Admettant pour l'année l'égalité  $D = Pr - Ev$  on calcule l'évaporation annuelle, et ensuite les valeurs mensuelles de l'évaporation. Pour cela on admet que l'évolution annuelle de l'évaporation est celle que fournissent les déterminations d'un évaporomètre pour un certain lieu dans le bassin ou son voisinage. On sait en effet que les déterminations d'un évaporomètre sont valables pour des lieux même fort éloignés. Lors du calcul des valeurs mensuelles on a en outre généralement tenu compte des conditions d'évaporation. Les évaporomètres contenant toujours de l'eau bien qu'en très petites quantités dans le bassin fluvial donnent seulement les évaporations possibles non les évaporations réelles. Le nombre des jours pluvieux, et l'intensité des précipitations jouent ici un rôle de même que les conditions d'écoulement favorables ou défavorables. En

<sup>1</sup> A. PENCK: Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abhandl. herausg. von A. PENCK. Bd V, 1896.



général on pourrait se contenter de tenir compte du nombre des jours pluvieux et considérer l'évaporation comme proportionnelle au nombre de ces jours.<sup>1</sup>

Par contre A. PENCK a cru pouvoir négliger complètement un autre facteur, la végétation. Il n'attribue ainsi dans le calcul des valeurs mensuelles de l'évaporation aucune importance aux quantités d'eau que la végétation utilise pour la transpiration. W. ULE par contre n'a pas cru pouvoir admettre que la différence annuelle entre la précipitation et le débit soit égale à l'évaporation; il attribue en effet à la végétation une très grande influence sur le régime hydrologique, non seulement en raison de la transpiration, mais aussi en raison de la formation de nouveaux corps végétaux. Pour nous, nous considérons ainsi qu'il a été dit plus haut l'opinion de A. PENCK sur la différence entre la précipitation et le débit comme légitime, mais nous ne considérons pas cependant que l'on puisse négliger l'accroissement de l'évaporation du à la transpiration. Et comme la transpiration ne joue aucun rôle dans les déterminations de l'évaporomètre, celles-ci ne peuvent être purement et simplement adoptées quand il s'agit de la marche de l'évaporation dans tout le bassin.

Une estimation même très approximative des quantités d'eau qui peuvent être annuellement utilisées par la végétation dans notre bassin devant présenter un certain intérêt si on établit une comparaison avec les évaluations tentées expérimentalement, nous l'avons essayée.

Nous connaissons des quantités qui entrent dans la formule du régime hivernal la précipitation et le débit. Nous pouvons calculer approximativement à l'aide des chiffres ci-dessus donnés relativement à la neige la quantité d'eau tombée emmagasinée sous forme de neige. Nous admettons que l'eau tombée sous forme de pluie en hiver s'écoule. Nous pouvons sans trop de chances d'erreur considérer la quantité d'eau tombée sous forme de neige en hiver comme proportionnelle au nombre des jours de chute de neige. Cela posé, le tab. VIII nous apprend que des 175 mm. d'eau tombée en hiver 155 mm. tombent sous forme de neige, 20 mm. sous forme de pluie que nous admettons grossir le fleuve au cours de la période. Nous avons déjà examiné la question de savoir dans quelle mesure la neige diminue sous l'action de la fonte et de l'évaporation en hiver. Nous avons constaté que la perte varie entre 33 et 45 % et admis qu'elle était d'environ 40 %. La fonte et l'évaporation enlèvent donc 60 mm. des précipitations et 95 mm. sont emmagasinés. 80 mm. devaient donc suffire pour couvrir le débit et l'évaporation, ce qui est impossible, puisque le débit atteint 105 mm. Le fleuve doit donc recevoir de la période précédente 25 mm. d'eau plus l'évaporation de l'hiver. En été la précipitation atteignait 305 mm., tandis que le débit s'élevait à 165 mm.; la différence est égale à 140 mm., et cette quantité ne peut être attribuée à l'évaporation puisque celle-ci atteignait en moyenne pour toute l'année 165 mm. Par ces faits se trouve confirmé le fait déjà sig-

<sup>1</sup> E. IMBEAUX: l. c.

gnalé qu'un emmagasinement doit nécessairement se produire pendant la période d'été.

Quant à l'évaluation de l'évaporation on peut admettre que l'évaporation en hiver doit être très peu différente de celle qui se produit à la surface de la neige. Dans leur travail ci-dessus cité M. JANSSON et J. WESTMAN donnent des mesures relatives à cette évaporation. Elle s'est trouvée pendant l'hiver 1900—01 avoir une valeur maxima de 4.5 mm. par mois, correspondant pour la période d'hiver à une évaporation de 22.5 mm. Si nous appliquons à notre bassin la marche annuelle des mesures faites à Stockholm au moyen d'évaporomètres de WILD nous pourrions déterminer pour combien l'évaporation de l'hiver entre dans celle de l'année. Cette application peut être faite sans correction pour l'hiver, les circonstances naturelles s'accordant pendant cette période avec celles que réalise l'évaporomètre en ce sens qu'une évaporation est constamment possible. Nous constatons alors que 16 % de l'évaporation annuelle se produit en hiver. En admettant pour notre bassin une évaporation de 22.5 mm. nous obtenons une évaporation annuelle de 140 mm. Nous avons vu précédemment que la différence entre la précipitation et le débit s'élève à 165 mm.; nous obtenons donc pour la quantité d'eau utilisée annuellement par les plantes pour la transpiration le chiffre d'ailleurs fort approximatif de 25 mm., c'est-à-dire environ 4 % de la précipitation annuelle, ou au total environ 600 millions de m. cub. d'eau.

Si nous comparons ces chiffres à ceux obtenus au moyen de mesures directes de la consommation d'eau due à la transpiration, nous constatons que les seconds sont en général bien plus élevés. Toutefois les mesures directes de la transpiration sont en général très peu sûres, les plantes recevant lors de ces mesures des quantités d'eau illimitées. Elles donnent alors pour la transpiration des valeurs trop élevées, de même que l'évaporomètre pour l'évaporation climatologique. Si toutefois nous utilisons les valeurs données par M. BÜSGEN<sup>1</sup> basées sur les mesures de v. HÖHNEL, et employées par W. ULE<sup>2</sup> dans le même but, nous pouvons évaluer de la façon suivante le besoin d'eau des forêts pour la transpiration. Un hectare de bois de hêtre âgé de 115 ans consomme journellement d'après ces mesures 25,000 à 30,000 kilogrammes d'eau. Les conifères ont besoin d'une quantité dix fois moindre, par conséquent, en prenant le chiffre le plus bas, de 250 m. cub. par kil. carr., ce qui donne pour les 20,000 kil. carr. de forêts de notre bassin un total de 5 millions de m. cub. par jour. Pour 200 jours il faudrait donc 1,000 millions de m. cub. La transpiration étant très faible en hiver ce chiffre correspondrait donc à peu-près à la transpiration annuelle d'après les mesures citées. Nous constatons que ce chiffre est au moins du même ordre que celui trouvé antérieurement.

<sup>1</sup> M. BÜSGEN: l. c.

<sup>2</sup> W. ULE: Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd 14, 1903.

*Bull. of Geol.* 1906.

Au cours des recherches suivantes nous admettons donc pour la perte d'eau par transpiration le chiffre de 25 mm. Il reste donc 140 mm. pour le reste de l'évaporation dont 16 % se produit en hiver, 84 % au printemps et en été. D'après les mesures prises à Stockholm au moyen d'évaporomètres ces 84 % se répartissent par moitié entre le printemps et l'été. Toutefois ces résultats ne peuvent pas être directement appliqués à l'évaporation de notre bassin. Ils prouvent bien que la force d'évaporation est plus grande au printemps qu'en été. Mais d'autres facteurs interviennent qui empêchent l'évaporation de suivre dans la nature le même processus que dans l'évaporomètre. Telles les circonstances d'écoulement favorables qui sont dominantes au printemps, et dûes au gel du sol ou sa saturation en eau par suite de la fonte des neiges. En conséquence nous croyons devoir admettre une intensité d'évaporation égale pour les deux périodes et considérons l'évaporation comme proportionnelle au nombre des jours de précipitation, méthode déjà indiquée précédemment. En procédant ainsi nous trouvons que l'évaporation de l'été constitue 52 %, l'évaporation du printemps 32 % de l'évaporation annuelle. Les valeurs de l'évaporation pour les diverses périodes seront donc les suivantes:

Été, 70 mm.; Hiver, 25 mm.; Printemps, 45 mm.

Il faut ajouter les valeurs de la transpiration, au total 25 mm. par an, que nous répartissons très approximativement de la façon suivante: été, 15 mm., printemps, 10 mm. Le chiffre de l'évaporation de l'hiver est déjà un peu élevé comparé à celui que nous avons admis antérieurement; aussi croyons-nous ne pas devoir compter de transpiration pour cette période. Au total les valeurs de l'évaporation sont donc:

Été, 85 mm.; Hiver, 25 mm.; Printemps, 55 mm.

En été la précipitation s'éleva à 305 mm., le débit à 165 mm., et nous venons d'évaluer à 85 mm. l'évaporation. Nous constatons donc que 55 mm. de l'eau tombée ne s'écoule ni ne s'évapore pendant cette période; nous avons admis que cette eau est emmagasinée sous forme d'accroissement des nappes souterraines. Celles-ci doivent par conséquent atteindre leur plus haut niveau à la fin de cette période. Des recherches nouvelles devront déterminer si telle est bien la réalité. Les conditions de notre bassin sont alors très différentes de celles de l'Europe centrale où de nombreuses mesures<sup>1</sup> ont prouvé que les nappes souterraines atteignent leur plus bas niveau en Septembre, Octobre ou Novembre, leur niveau le plus élevé au printemps ou au début de l'été. Nous verrons toutefois que ces faits contradictoires s'expliquent si l'on envisage les dissemblances du régime hydrologique.

Nous avons constaté pour l'hiver une précipitation de 175 mm.; 20 mm. tombent sous forme de pluie et s'écoulent immédiatement; 40 % du reste, c'est-à-dire 60 mm., fond ou s'évapore, tandis que 95 mm. sont emmagasinés sous forme de neige. Des 60 mm. qui fondent ou s'éva-

<sup>1</sup> I. SOYKA: Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse. Geogr. Abhandl. herausg. von A. PENCK. Bd. II, 1888.

porent 25 mm. sont éliminés par l'évaporation, 35 mm. vont donc grossir le fleuve, c'est-à-dire 55 mm. de la précipitation totale de la période. Le débit a été évalué à 105 mm.; c'est donc 50 mm. qui manquent; ils doivent être empruntés à l'eau emmagasinée en été qui fournit en effet à peu près cette quantité.

Au printemps la précipitation atteint 140 mm., l'évaporation a été évaluée à 55 mm., le débit s'élève à 185 mm. La précipitation ne suffit donc pas à couvrir l'évaporation et le débit qui constituent un total de 240 mm. Mais la neige emmagasinée en hiver et qui donne 95 cm. suffit à peu près exactement à combler la lacune.

Nous obtenons ainsi pour le régime hydrologique du Dalelf le schema suivant:

	Pr	D	Ev	Sem	Sa	Nem	Na
Été . . .	305	165	85	55	—	—	—
Hiver . .	175	105	25	—	50	95	—
Printemps .	140	185	55	—	5	—	95
	620	455	165	55	55	95	95

Ces chiffres ne visent naturellement qu'à une approximation très incertaine au point de vue quantitatif. Par contre on est porté à croire qu'ils donnent du régime hydrologique du Dalelf une image d'ensemble assez exacte.

Si nous comparons le régime de notre bassin à ceux que A. PENCK et W. ULE ont définis pour divers bassins de l'Europe centrale nous constatons une première et essentielle différence: dans notre bassin c'est la période hivernale qui, en raison de la nature des précipitations, doit utiliser l'eau de la période précédente; dans les bassins de l'Europe centrale c'est en été, période d'évaporation intense, que les précipitations sont insuffisantes. Dans ces régions c'est donc à la fin de l'été que le niveau des nappes souterraines doit être le plus bas, fait démontré aussi d'une façon générale par les mesures. Dans notre bassin au contraire cet abaissement maximum doit avoir lieu à la fin de l'hiver tandis que le niveau le plus élevé doit être atteint à la fin de l'été avant que les ressources d'eau n'aient été entamées pour alimenter le débit d'hiver.

## Résumé.

Résumons brièvement les résultats auxquels nous ont conduit nos recherches sur le régime hydrologique du Dalelf.

1:0. La précipitation annuelle pour la période 1894—1904 s'est trouvée égale à 612 mm. Le mois d'Août présente la plus haute précipitation, 97 mm., les mois de Janvier et Février la plus basse, 29 mm.

2:0. Le débit annuel a atteint pendant la même période 450 mm. Le coefficient de débit s'élève ainsi pour notre bassin au chiffre considérable de 73 %.

3:0. L'intervalle de temps entre la précipitation et débit correspondant est très variable. Il s'est trouvé être d'environ huit jours pour les précipitations débitées directement. Toutefois le débit dure en général bien plus longtemps en sorte qu'il est très difficile de déterminer exactement l'intervalle en question.

4:0. Il existe un rapport marqué entre la précipitation et le débit des diverses années en sorte que plus la précipitation est abondante, plus le coefficient de débit est élevé. Aussi a-t-on pu construire une courbe exprimant ce rapport. Il est impossible d'affirmer, mais il semble probable que le rapport ainsi exprimé peut être appliqué à d'autres bassins de la Suède.

5:0. L'année hydrologique qui dans notre bassin doit être comptée de préférence de Juillet à Juin, présente trois périodes possédant chacune des caractères distincts au point de vue du régime hydrologique. La première ou période d'été, qui comprend les mois de Juillet—Octobre est remarquable en ceci que l'eau débitée provient essentiellement des précipitations de la saison, et que les précipitations suffisent en outre à la formation de réserves souterraines. La seconde période, période d'hiver, qui comprend les mois de Novembre—Mars est caractérisée par l'emmagasinement d'eau sous forme de neige; il en résulte que les précipitations de cette période ne suffisent point à alimenter le débit, et que les réserves d'eau de la période antérieure doivent être alors attaquées. La troisième période, période de printemps, qui comprend les mois d'Avril—Juin est caractérisée par l'énorme afflux des eaux de la période antérieure lors de la fonte des neiges.

Nous tenons enfin à présenter quelques vœux auxquels il a été déjà été fait allusion plus haut en termes généraux et dont la réalisation permettrait d'arriver à une connaissance plus précise du régime hydrologique des fleuves suédois.

Le réseau des stations créés en Suède pour observer les précipitations souffrent surtout dans les régions septentrionales et élevées d'un double défaut: elles sont trop peu nombreuses et elles sont situées trop bas. Etant donné la grande influence de l'altitude sur la quantité des précipitations, on devra autant que possible si l'on augmente le nombre de ces stations s'efforcer d'en créer de nouvelles en des régions élevées. Lors de la publication des mesures relevées dans les stations suédoises mieux vaudrait grouper ces mesures, ainsi que cela se fait ailleurs, par bassins fluviaux, et non pas, ainsi que cela se pratique actuellement, d'après la division administrative en gouvernements.

La connaissance du débit des cours d'eau est importante aussi bien pour la définition du régime hydrologique que directement pour les utilisations de l'industrie. Il serait en conséquence très désirable que l'on organisait des observations journalières de la hauteur des eaux et des mesures du débit sur les cours d'eau en autant de points que possible; il serait à cet égard de l'intérêt des entreprises industrielles de suivre l'exemple déjà donné par la fonderie d'Avesta.

Si la multiplication des stations de précipitation et de débit pour tout le pays présente des difficultés, il serait intéressant que l'on commençât par la création de stations nouvelles dans un bassin analogue à celui que nous avons étudié, par exemple celui du Klarelf ou de quelque autre fleuve septentrional du Norrland par exemple le Lule-elf; on faciliterait ainsi les recherches sur le point de savoir dans quelle mesure le rapport que nous avons constaté pour le bassin du Dalelf entre la précipitation et le débit est valable pour d'autres bassins suédois. Il serait aussi intéressant pour permettre des comparaisons d'obtenir avec plus de précision les éléments d'un calcul portant sur l'un de nos bassins méridionaux de haute altitude, et sur l'un de nos cours d'eau de plaine par exemple de la plaine de Vestrogothie.

Le rôle que jouent dans le régime de nos fleuves les nappes souterraines et la neige fait désirer des mesures relatives à ces deux facteurs. Ces mesures devront porter sur les variations du niveau des nappes souterraines au cours de l'année. Elles permettront de déterminer si l'interprétation que nous avons donnée du régime du Dalelf est bien conforme à la réalité. En outre il serait utile d'étudier l'influence des forêts sur les nappes souterraines en empruntant les méthodes d'OTOTZKI et EBERMAYER. En ce qui concerne la neige les mesures de l'épaisseur et de la densité de la couverture sont les plus importantes.

Les vœux que nous venons de formuler ne prétendent points être complets. Ils sont, on le voit, essentiellement d'intérêt climatologique. Il va de soi que bien d'autres recherches seraient d'un grand intérêt, par exemple

des recherches sur les facteurs géologiques, la perméabilité des diverses roches et des couches de terrain meuble, l'influence des âsar sur l'écoulement, la formation des sources etc. Mais nous avons volontairement mis en avant les facteurs météorologiques, persuadés que l'action des autres n'est point appréciable, au moins en ce qui concerne les valeurs du coefficient d'écoulement et le rapport entre celui-ci et les précipitations tant que l'on ne peut pas déterminer avec une grande précision la précipitation.

### Bibliographie.

- K. Ahlenius:* Bidrag till Siljanbäckens geografi. Ymer 1905.  
*O. Appelberg:* Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingeniörsföreningens förhandlingar 1887.  
 Betänkande afgifvet den 17 Mars 1903 af den för utredning beträffande vissa staten tillhöriga vattenfall af Kungl. Maj:t den 9 Juni 1899 tillsatta kommitté.  
*E. Brückner:* Ueber die Herkunft des Regens. G. Z. 1900.  
 » Die Bilanz des Kreislaufs des Wassers auf der Erde. G. Z. 1905.  
*M. Bisgen:* Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897.  
 Förteckning öfver Statens vattenfall enligt vattenfallskommitténs utredning år 1903  
 Generalkarta öfver Sverige i skalan 1: 1,000,000 utgifven af Generalstaben år 1902.  
*A. Hamberg:* Sarjekfjällen. Ymer 1900.  
*H. E. Hamberg:* Månadsöfversikt öfver väderleken i Sverige. 1881—1905.  
 » Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. IV. Nederbörd. V. Snötäcke. Bihang till Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet för år 1895. (en suéd. et en franç.)  
*J. Hann:* Lehrbuch der Meteorologie.  
 » Handbuch der Klimatologie.  
*H. Hedström:* Om den seneglaciala marina gränsen i Dalarna. G. F. F. 15.3.  
 » Redogörelse för de praktiskt-geologiska undersökningar som med understöd af Kopparbergs läns Hushållningssällskap blifvit utförda i Dalarna sommaren 1892. Kopparbergs läns Hushålln. sällsk. Handl. 1894.  
*J. C. Hoyl and R. H. Anderson:* Hydrography of the Susquehanna river drainage basin. U. S. Geol. Survey; Water-Supply and Irrigation papers. N:o 109.  
*A. G. Högbohm:* Sur la tectonique et l'orographie de la Scandinavie. Ann. de Géographie 1902.  
 » Om postarkeiska eruptiver inom det svensk-finska urberget. G. F. F. 15.4.  
 » Högsta marina gränsen i Norra Sverige. G. F. F. 18.6.  
 » Några genombrottsdalar i vårt lands sydliga fjälltrakter. Ymer 1895.  
*E. Imbeaux:* Essai-programme d'Hydrologie. Z. Gw. 1898, 1899.  
*M. Jansson och J. Westman:* Quelques recherches sur la couverture de neige. Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, N:o 10, Vol. V, Part. 2, 1901.

- Karta öfver Kopparbergs län i skalan 1: 500,000 utgifven af Generalstabens litografiska Anstalt 1905.
- Karta öfver Kopparbergs län i sex blad, utarbetad af Generalstabens topografiska afdelning, 1879.
- A. G. Kellgren*: Agronomiskt-botaniska studier i Norra Dalarne åren 1890 och 1891. S. G. U. afhandlingar och uppsatser. Ser. C. 119.
- V. Kremser*: Klimatische Verhältnisse des Memel-, Pregel- und Weichselgebietes. M. Z. 1900.
- W. Meinhardus*: Eine einfache Methode zur Berechnung klimatischer Mittelwerte von Flächen. M. Z. 1900.
- J. Müllner*: Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun. Geogr. Abhandl. herausg. von A. Penck. Bd. VI.
- J. Murray*: On the total annual rainfall on the land of the globe, and the relation of rainfall to the annual discharge of rivers. The Scott. Geogr. Mag. 1887.
- Nedbøriakttagelser i Norge utgifvet af det Norske meteorologiske institut. I—X, 1895—1904.
- F. H. Newell*: Results of stream measurements. Fourteenth annual report of the U. S. Geological Survey. Part II. 1894.
- Nissen*: Kart over det Sydlige Norge, 1: 600,000.
- Norges geografiske Opmaalning: Topografisk kart over Norge, 1: 100,000. Blad: Ljördalen, Bratfjeldet, Trysil, Engerdalen.
- Observations météorologiques suédoises publiées par l'académie royale des sciences de Suède. 2:ième série.
- E. Oppokow*: Zur Frage der vieljährigen Abflussschwankungen in den Bassins grosser Flüsse, im Zusammenhang mit dem Gang der meteorologischen Elemente. Z. Gw. Bd. 5, 6.
- P. Otolskij*: Der Einfluss der Wälder auf das Grundwasser. Z. Gw. Bd. 1, 2, 3.
- ” Zur Frage über die hydrogeologische Rolle der Wälder in Gebirgsgegenden. Z. Gw. Bd. 6.
- A. Palm*: Berättelse öfver hydrografiska undersökningar inom Kopparbergs län utförda åren 1896—1903. Kopparbergs läns Hushållningssällskaps Handlingar 1903—1904.
- A. Penck*: Potamology as a branch of physical Geography Geogr. Journ. 1897.
- ” Die Flusskunde als ein Zweig geographischer Forschung. Z. Gw. 1898.
- ” Untersuchungen über Verdunstung und Abfluss von grösseren Landflächen. Geogr. Abhandl. herausg. von A. Penck. Bd. V.
- W. Pettersson*: Karta öfver Elfdalens socken uti Kopparbergs län. 1: 200,000, 1891.
- ” Karta öfver Säma socken och Idre Kapellag uti Kopparbergs län, 1: 200,000, 1885—95.
- V. Pockels*: Über die Kondensation an Gebirgen. M. Z. 1901.
- G. W. Rafter*: The relation of rainfall to run-off. U. S. Geol. Survey, Water-Supply and Irrigation Paper N:o 80. 1903.
- V. Ruvarac*: Die Abfluss- und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen. Geogr. Abhandl. herausg. von A. Penck. Bd. V. 1896.
- P. Schreiber*: Beiträge zur meteorologischen Hydrologie der Elbe. Abhandl. des Königl. sächs. meteorologischen Institutes. Heft. 2. 1897.
- G. Schwalbe*: Ueber die Darstellung des jährlichen Ganges der Verdunstung. M. Z. 1902.
- N. Selander*: Karta öfver Sverige i skalan 1: 500,000, 1881—83.
- I. Soyka*: Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse Geogr. Abhandl. herausg. von A. Penck. Band II, 1888.
- E. Svedmark*: Geologiska meddelanden från resor i Dalarne och Helsingland G. F. F. 13.3.
- ” Geologiska notiser från Dalarne. G. F. F. 16.6.
- ” Orsa Finmarks geologi. G. F. F. 17.2
- Svenska Generalstabens kartor öfver Sverige i skalan 1: 100,000. Blad: Falun, Hedemora, Gysinge, Sala, Gefle, Löfsta, Östhammar.



- R. Tolf:* Berättelse öfver torfmosseundersökningar i Dalarne sommaren 1897. Kopparbergs läns Hushålln.-sällsk. Handl. 1896—97.
- » Berättelse öfver torfmosseundersökningar i Härjedalen sommaren 1896. Svenska Mosskulturföreningens tidskrift 1897.
- » Försumpning af skogsmark i öfre Dalarne. Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift. 1897.
- A. E. Törnebohm:* Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergsbyggnad. K. Sv. V. A. Handl. Bd. 28. 1896.
- W. Ule:* Die Gewässerkunde im letzten Jahrzehnt III, die Flusskunde. G. Z. 1900.
- » Die Aufgabe geographischer Forschung an Flüssen. Abh. der K. K. Geogr. Gesellschaft in Wien. 1902.
- » Zur Hydrographie der Saale. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 10. 1897.
- » Theoretische Betrachtungen über den Abfluss des Regenwassers. Z. Gw. Bd. 7. Niederschlag und Abfluss in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 14. 1903.
- U. Wallmo:* Rationell skogsafverkning. Örebro 1897.
- A. Watt:* The rainfall of the Ben Nevis observatories. Journ. of the Scottish Meteorol. Society. Third series Nos. XX and XXI.
- P. H. Widmark:* Karta öfver provinsen Helsingland uti Gefleborgs län. Öfre Dalarne förr och nu. 1903.

### Abréviations.

G. F. F.	= Geologiska Föreningens Förhandlingar.
S. G. U.	= Sveriges geologiska Undersökning.
K. Sv. V. A. Handl.	= Kungliga svenska Vetenskapsakademiens Handlingar.
G. Z.	= Geographische Zeitschrift.
Z. Gw.	= Zeitschrift für Gewässerkunde.
M. Z.	= Meteorologische Zeitschrift.



## 2. Studien über das Nordbaltische Silurgebiet.

### II.

Von

**Carl Wiman.**

(Hierzu 4 Tafeln.)

---

### Vorrede.

Vier Jahre sind jetzt verflossen, seitdem der erste Teil dieser Arbeit erschien. Dass es so lange gedauert, ehe jetzt der zweite Teil erscheint, beruht darauf, dass andere Arbeit dazwischen gekommen ist, der ich mich nicht habe entziehen wollen.

In diesen Jahren ist fast kein neues Material hinzugekommen, und es gilt noch immer, was ich im ersten Teile betont habe, dass ich bei der Einsammlung der Fauna noch garnicht diejenige Grenze erreicht habe, bei welcher man merkt, dass die Exploitation einer Schicht anfängt annähernd vollständig zu werden.

Es mag auch hier erwähnt werden, dass ich in einigen Beziehungen von meinem ursprünglichen Plan abgegangen bin. Ich hatte vor, die Arbeit in drei Teilen herauszugeben. Aus Neugier über den Ostseekalk fing ich aber mit dem dritten Teile an, der jetzt seit ein paar Jahren fast fertig gewesen ist, und so ist es gekommen, dass der zweite und dritte Teil zu einem zweiten vereinigt worden sind.

Im ersten Teile habe ich bei jeder Lokalangabe auch Gemeinde und andere geographische Verhältnisse erwähnt, es hat sich aber gezeigt, dass dieses Verfahren unleidliche Wiederholungen veranlassen würde, weshalb ich am Schlusse eine tabellarische Übersicht sämtlicher Lokale gegeben habe.

Aus demselben Grunde habe ich sehr oft Zitate ausgelassen, wenn es selbstverständlich ist, welche Arbeit hätte zitiert werden sollen. Ein paar in dieser Beziehung stiefmütterlich behandelte Werke sind FR. SCHMIDT Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten und TÖRNQUIST Siljans-områdets Trilobitfauna.

Schliesslich ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Gönner Herrn Akademiker FRIEDRICH SCHMIDT meinen tief gefühlten Dank zu sagen für die ausgezeichnete Freundschaft und Güte, die er mir bei jeder Gelegenheit bewiesen, und welche mir meine Arbeit in hohem Grade erleichtert hat.

## Ceratopygekalk.

### 1. Vorkommen in fester Kluft.

Schon im ersten Teil dieser Arbeit habe ich, Seite 24 und 25, das Profil auf der Insel Limön kurz besprochen. Limön liegt (siehe die Karte im ersten Teil) im Meerbusen von Gefle, etwa eine Meile ONO von der Stadt.

Am Nordostende der Insel befindet sich ein etwa 150 m langes und 40 m breites Gebiet, auf welchem die Silurschichten aufgeschlossen sind.

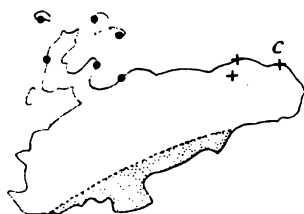


Fig. 1. Karte von Limön. 1:50,000.  
+ Festanstehender Limbatakalk. Bei  
c auch Planilimbatakalk und Ton.  
● Halbfest anstehender Limbata-  
kalk. Punktierung = Sandstein.  
Weiss = Orthocerenkalk.

Das Gebiet liegt je nach dem Wasserstande mehr oder weniger unter dem Meeresspiegel und besteht aus einem aufgebrochenen Sattel, welcher in den Schären Gråskälsbådan, Skälstenarne und Eggegrund seine Fortsetzung hat. Das Streichen der Schichten und die damit zusammenhängende Längsachse des auf Limön aufgeschlossenen Gebiets ist N 75° O.

Die Schichten bestehen von unten nach oben aus Ton, Planilimbatakalk und Limbatakalk. Die älteste Schicht, der Ton, ist in einem Streifen von 65 m Länge und 5—6 m Breite aufgeschlossen. Die Umbiegung des Planilimbatakalks lässt sich nur am Westende des Tongebiets beobachten. Etwa 15 m östlich von dieser Umbiegung wurde das Profil Fig. 2 aufgenommen.

S.

N.

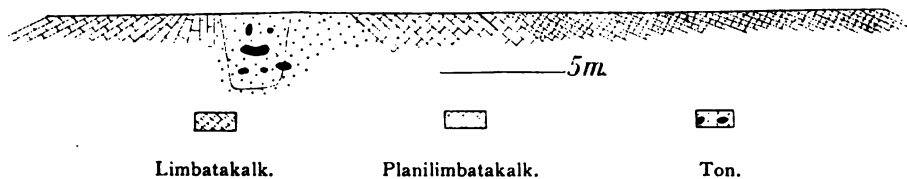


Fig. 2. Profil durch die Silurschichten am Nordostende von Limön.

Im südlichen Schenkel stehen die ältesten Schichten des Planilimbatakalks vertikal. Dieses steile Einfallen nimmt gegen S ab. Schon 6 m südlicher fallen die Schichten nur 50° gegen S, und am Süden des Profils, wo die Schichten von einem Uferwall bedeckt werden, ist das Fallen

bis auf 15° gesunken. Im nördlichen Schenkel ist das Fallen des Planilimbatakalks nirgends so steil wie im südlichen Schenkel, aber durchschnittlich steiler, weil die Zone dieser Schicht hier etwas weniger breit ist als die grösste beobachtete Breite im südlichen Schenkel.

Der Planilimbatakalk wird im nördlichen Schenkel von Limbatakalk überlagert. Nach etwa 15 m taucht der Meeresboden etwa nach einer Schichtfläche unter und entzieht sich der Beobachtung.

Im westlichen Ende des Tongebiets, also da, wo die Schichten umbiegen und das Fallen am kleinsten war, wurde im Sommer 1901 eine Grabung ausgeführt, um das Profil nach unten zu vervollständigen.

Nachdem der Ton 1,17 m durchstoßen war, kam 0,43 m knolliger rotbrauner Kalk und darunter wieder 0,40 m grünlich grauer Kalk. Die untere Grenze dieses Kalksteins konnte aber nicht erreicht werden, weil der Ton anfang einzustürzen, so dass die ganze Arbeit aufgegeben werden musste. Die Grube wurde wegen des weidenden Viehs mit Steinen zugefüllt.

Ende September desselben Jahres war der Wasserstand sehr niedrig, und ich versuchte nun wieder eine Grabung. Diese konnte aber wegen der obenerwähnten Steinfüllung nicht so vorteilhaft placiert werden wie die frühere; sie wurde deshalb in das oben erwähnte Profil Fig. 2 verlegt und ist auch in dieses eingezeichnet worden.

Diese Grabung musste aber auch abgebrochen werden, und zwar ehe der Kalkstein überhaupt erreicht war. 3,13 m Ton wurde dabei durchgraben, und der Ton war also hier infolge der Schichtstellung zwischen zwei- und dreimal so mächtig wie 15 m westlicher.

Aus meinen beiden Grabungen geht hervor, dass wenig Aussicht besteht, ohne besondere Anordnungen hier ein befriedigendes Profil zu erhalten.

Das Resultat meiner Untersuchungen an diesem Fundort kann in beistehendem schematischem Profil Fig. 3 zusammengefasst werden.

Der Ceratopygekalk besteht aus zwei etwas verschiedenen Kalksteinen. Der untere ist 0,40 m mächtig und ist grüngrau.

Im unteren Teil besteht er aus massiven Bänken eines fast dichten, sehr feinkristallinischen, harten Kalksteins, welcher von feinen, wieder verschmolzenen Rissen durchzogen ist. Oft sind diese Risse von dunklem, bituminösem Kalkspat gefüllt. Zwischen den Bänken liegt rotbrauner Schiefer. Mitunter ist der Kalk rot, und rote Flammen kommen auch vor. Nach oben geht dieser Kalk in einen weniger festen, knolligen:

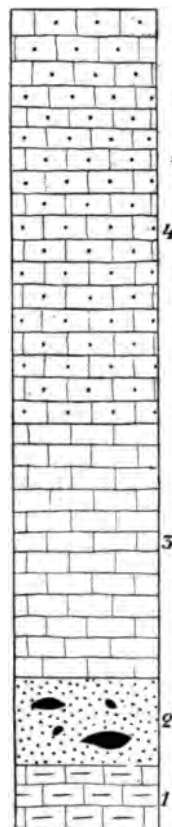


Fig. 3. Schematisches Profil der Silurschichten am NO-Ende von Limön. 1. Ceratopygekalk 0,83 m. 2. Ton mit Glauconitschiefer und Kalkellipsoiden 1,17 m. 3. Planilimbatakalk 3,50 m. 4. Limbatakalk 5,45 m.

Kalk über, und so entsteht der 0,43 m mächtige obere Ceratopygekalk. Dieser ist ein toniger rotbrauner knolliger Kalk mit mehr Schieferlamellen als der vorige Kalk. Die Versteinerungen liegen in diesem Kalk richtungslos, und das ganze Gestein ist voll von Gleitflächen.

Der Ton, welcher, wo er zu Tage tritt, so weich ist, dass man fast darin stecken bleibt, wird unten so fest, dass er vielleicht eher als Schieferton zu bezeichnen ist. Er enthält unregelmässige Ellipsoide aus einem tonigen, stinkkalkähnlich krystallisierten Kalkstein, der mitunter beinahe stengelig wird und immer zäh und grünlich grau ist. Die Ellipsoide können 1 m im Durchschnitt werden, aber meistens sind sie nur faustgross, dann aber auch von sphärischer Form. In der ersten Grabung fanden sich 4 grosse und zahlreiche kleine Ellipsoide. Auf dem ganzen Tonfeld lagen 13 grosse Knollen ausser denen, die ich bei vorhergehenden Gelegenheiten zerschlagen hatte.

Als wenig anhaltende, höchstens 2 cm mächtige Schichten kommen teils im Ton, teils in den Kalkknollen Anhäufungen von Glauconit vor, welche im Kalk einen an hornschaligen Brachiopoden reichen Glauconitschiefer bilden. In dem Ton dagegen sind die Glauconitkörner nicht fest mit einander verkittet, und kommen Brachiopoden in der weichen Glauconitmasse vor, so werden sie jedenfalls so zerbröckelt, dass sie unsichtbar werden.

Ausser Glauconit kommen auch kleine, sehr dünne Schichten aus Schwefelkiesfunken vor. Auch einige cm grosse Knollen aus Schwefelkies liegen im Ton umher, und ausgewaschene Knollen sind häufig auf dem Tonfeld.

Der Ton selbst enthält als grosse Seltenheit Fragmente von Asaphiden. Die Kalkellipsoide enthalten niemals Versteinerungen, und es sind, wie erwähnt, nur die kleinen, sehr untergeordneten Glauconitschieferstreifen, in welchen Versteinerungen erhalten sind.

Das Profil auf Limön besteht also von oben nach unten aus folgenden Schichten.

Limbatakalk.

Planilimbatakalk.

Schieferton.

Ceratopygekalk.

Es erhebt sich nun die Frage, wohin der Schieferton gehört.

Die in demselben enthaltenen Versteinerungen geben hierüber keinen Aufschluss. Die kleinen Glauconitschieferschichten in den Kalkellipsoiden enthalten zwei Arten von *Lingula*-ähnlichen Brachiopoden, welche aber nicht näher bestimmbar sind, weiter eine *Acrotreta*-art, die zwar schön erhalten ist und massenhaft auftritt, aber doch keinen stratigraphischen Anhaltspunkt gibt, und schliesslich ein Fossil, welches an *Torellella laevigata* erinnert und auch keinen Beitrag zur Altersbestimmung liefert.

Suchen wir innerhalb des fest anstehenden schwedischen Silurs nach Vergleichsmaterial, so dürften sich eine grosse Anzahl Profile aus Falbygden in Vestergötland in erster Linie zum Vergleich darbieten, denn hier hat man einen wenig mächtigen, meistens fossilarmen grüngrauen Ton-

schiefer, der zwischen Orthocerenkalk und Ceratopygekalk liegt. In diesem Tonschiefer sind an einigen Stellen Graptoliten<sup>1</sup> gefunden worden, welche zeigen, dass unterer Didymograptusschiefer vorliegt. Demnach sollte der Ton auf Limön auch zu diesem Glied gehören, und es ist ja möglich, dass dies der Fall ist. Der Ton wäre wohl dann am wahrscheinlichsten eine Schiefer- und Brachiopodenfacies des untersten Planilimbatakalks.

Eben der Umstand aber, dass das Glied mit dieser Facies entwickelt ist, macht es meines Erachtens etwas wahrscheinlicher, dass es sich hier um ein Glied der Ceratopygeregion handelt. In MOBERGS<sup>2</sup> Schema über die Ceratopygeregion in Skandinavien wird erwähnt, dass in der Zone 4, welche den Ceratopygekalk umfasst, sowohl unter wie auch über dem Kalkstein mit Trilobiten Schiefer und Glauconitbildungen mit nur Brachiopoden untergeordnet vorkommen. Es sind diese Bildungen, welche meine Annahme veranlasst haben, dass der Ton auf Limön ein Glied der Ceratopygeregion wäre, denn es lässt sich ja sehr wohl denken, dass ein sonst untergeordnetes Glied lokal etwas grössere Dimensionen annimmt.

Eine dritte Bildung, welche Ähnlichkeit mit dem Ton auf Limön zeigt, ist der ostbaltische Glauconitsand, aber das Alter dieses Gliedes ist auch noch nicht genauer festgestellt worden, und das Gleiche ist mit ähnlichen Bildungen in Dalarne der Fall.

## 2. Vorkommen als Geschiebe.

Abgesehen von den Geschieben von der Ziegelei Rödbo bei Upsala, welche unten näher erörtert werden, stimmen die übrigen gefundenen 6 Geschiebe mit einander und mit dem Ceratopygekalk z. B. von St. Dalby im Kirchspiel Kastlösa auf Öland überein, das Gestein besteht also aus einem hellgrauen, ziemlich dichten Kalkstein ohne oder mit sehr spärlichen Glauconitkörnern. Diese Geschiebe enthalten die gewöhnliche Ceratopygefauna.

Die Geschiebe aus Rödbo dagegen haben ein anderes Gepräge. Das Geschiebe Rödbo Nr. 12 ist überwiegend graurot oder grauviolett mit grüngrauen Partien und grossen platten Glauconitkörnern, welche aussehen, als ob sie zerdrückt und wieder zusammengekittet worden wären. Das Gestein ist ziemlich dicht, nicht gerade wenig erdig und enthält 2 Quarzkörner und 4 kleine Knollen aus dunklem Phosphoritsandstein. Die aufgehobenen Stücke des Geschiebes wiegen zusammen 2,710 gr.

Das Geschiebe Rödbo Nr. 13 ist ein grüngrauer Kalk mit unregelmässigen, erdigen, schmutziggelben und rötlichen Flecken. Das Gestein ist ebenso reich an Glauconit wie das vorige, und der Glauconit hat das-

<sup>1</sup> Bei Skultorp an der Ostseite von Billingen unweit Sköfde hat Vicebibliothekar M. HULTH zur Zeit Graptoliten gefunden. Der Schiefer ist hier etwa 9 dm mächtig.

<sup>2</sup> MOBERG och SEGERBERG. Ceratopygeregionen. Seite 50. Meddelande från Lunds Geologiska Fältklubb Ser. B. N:o 2. Separat aus Kongl. Fysiografiska Sällskapets Handl. N. F. Bd. 17.

selbe Aussehen. Das Stück enthält 17 platte oder abgerundete Gerölle aus Phosphoritsandstein, aber keine Sandkörner. Die aufgehobenen Stücke des Geschiebes wiegen zusammen 1,678 gr.

Das Geschiebe Rödbo Nr. 14 besteht aus einem feinkristallinen, hellen, marmorartigen Kalkstein, der ein wenig rötlich ist. Glauconit kommt nur in gewissen Partien vor.

*Orthis Christiania* ist häufig in allen drei Geschieben und ebenso Schalenfragmente einer dickschaligen *Obolus*art. An einem grossen Schalenfragment wurde die innere Seite herauspräpariert, damit die Art bestimmt werden konnte, und dabei zeigte es sich, dass es *Obolus Apollinis* war. In zwei von diesen Geschieben wurden ausserdem zahlreiche Exemplare von *Lycophoria laevis* STOLLEY angetroffen. Da diese letztere Art, wie ich neulich gezeigt habe,<sup>1</sup> ein gutes Leitfossil wenigstens für einen Teil des Ceratopygekalks ist, so fasse ich die drei Geschiebe von Rödbo als Ceratopygekalk auf.

Eine Bildung, welche sehr grosse Übereinstimmung mit den Geschieben von Rödbo zeigt, ist eben der kleine Ceratopygekalk im Eisenbahndurchschnitt bei Sjurberg in Dalarne.<sup>1</sup> An diesem Lokal liegt der Ceratopygekalk direkt auf Bildungen, welche reich an Grundgebirgsfragmenten, Phosphoritknollen und abgerollten Obolenschalen sind, und es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Obolenschalen wie die anderen Gerölle im dortigen Ceratopygekalk sekundär vorkommen.

In den Rödbogeschieben sind die Quarzkörner zwar etwas seltener als im Ceratopygekalk bei Sjurberg, aber sie kommen doch vor, und es scheint mir deshalb die einfachste Erklärung anzunehmen, dass die Phosphoritknollen, Quarzkörner und Obolenschalen auch hier sekundär vorkommen und aus einer am Kluftort der Geschiebe dem Ceratopygekalk direkt unterlagernden Obolusschicht stammen.

Dass die Rödbogeschiebe wirklich in Kontakt mit dem Obolensandstein vorgekommen sind, dürfte auch aus den ganz merkwürdigen Fundumständen hervorgehen.

Geschiebe aus Ceratopygekalk kommen sonst nicht in der Gegend von Upsala vor; ich kenne ja die Tongruben seit etwa 20 Jahren und habe ganze Karrenladungen von Kalkstein zusammengeschleppt. Sonstige Geschiebe aus Ceratopygekalk sind alle ganz klein.

In der Tongrube bei Rödbo dagegen lagen gleichzeitig nicht weniger als drei grosse Blöcke beisammen, wahrscheinlich auf ganz demselben Platz, wo sie aus dem Ton herausgekommen waren. Die Geschiebe 12 und 13 dürften zusammengehören, während das Geschiebe 14 mehr abweichend ist. Einige Jahre später, im Herbst 1905, hatte man wieder an ganz derselben Stelle in der Grube Ton genommen und dabei kam ein grosser Block aus einem rostigen Sandstein mit *Obolus Apollinis* zum Vorschein. Obolensandstein kommt sonst auch nicht in der Gegend vor.

<sup>1</sup> Om Ceratopygeregionen inom Siljansiluren. G. F. F. Bd. 28. H. 6. 1906.

Ich halte es deshalb für in hohem Grad wahrscheinlich, dass die vier Geschiebe von vornherein einen einzigen grossen Block ausgemacht haben, welcher eben den Kontakt zwischen Obolensandstein und Ceratopygekalk enthalten hat.

Der ursprüngliche Block bestand also aus einem Stück eines zusammengefrorenen Profils, ähnlich demjenigen bei Sjurberg, und als der Block nachher von dem schmelzenden Eisberg in den sich bildenden spätglacialen Ton abgeladen wurde, spaltete er sich in wenigstens die vier aufgehobenen Stücke.

### Die Fauna.

#### *Cyrtometopus speciosus* DM.

Ursprünglich habe ich die Art nach ANGELINS<sup>1</sup> relativ guten Figuren bestimmt. Nachher habe ich auch Gelegenheit gehabt, MOBERGS<sup>2</sup> Original zu sehen.

*Vorkommen.* In grauem Ceratopygekalk, Geschiebe Grisslehamn Nr. 56.

In List of the Fossil Faunas I wird die Art von LINDSTRÖM aus dem sogen. oberen grauen Orthocerenkalk angeführt, und zu dieser Schicht rechnete ich selbst auch die Art in meinem ersten Aufsatz über den Silur des Bottnischen Meeres. Nachher habe ich aber teils im selben Stoff Exemplare von *Orthis Christianiæ* angetroffen, und teils habe ich im Gestein den Ceratopygekalk erkannt. Die Richtigkeit dieser meiner Auffassung hat nun Bestätigung gefunden, indem MOBERG die Art im Ceratopygekalk in Schonen und auf Öland gefunden hat.

#### *Apatocephalus serratus* S. und B.

Meine Exemplare bestehen aus Mittelschildern des Kopfes und einem Pygidium und stimmen vollkommen mit G. HOLMS<sup>3</sup> Figuren überein.

*Vorkommen.* In grauem Ceratopygekalk in den Geschieben Trästa Nr. 6, Biludden Nr. 1 und Grisslehamn Nr. 55.

In fest anstehenden Schichten ist die Art aus dem Ceratopygekalk von Hunneberg,<sup>4</sup> dem Christianiägebiet<sup>5</sup>, Öland<sup>6</sup> und Lappland<sup>7</sup> bekannt.

<sup>1</sup> Palæontologia scandinavica 1. Pl. 39. Fig. 7, 7a und 7b.

<sup>2</sup> l. c. Taf. 7. Fig. 15 a. b.

<sup>3</sup> Palæontologiska notiser Nr. 4. G. F. F. Bd. 19. 1897. Taf. 8. Fig. 3—5. Auch in S. G. U. Ser. C. Nr. 176.

<sup>4</sup> LINNARSSON Vestergötlands cambriska och siluriska bildningar. Seite 69 (*Remopleurides dubius*).

<sup>5</sup> HOLM l. c.

<sup>6</sup> MOBERG l. c.

<sup>7</sup> HOLM Försteningar från Lappland, insamlade af E. MÖRTSELL. G. F. F. Bd. 12. H. 4. Seite 265.



*Dicellosephalus Bröggeri* MBG.

Zwei Pygidien liegen vor. Beide Exemplare sind ohne Schale und ich hatte mir 15 Jahre lang den Kopf darüber zerbrochen, was dieses Pygidium sein könnte, bis mir MOBERG bei einem Besuch in Lund sein Material zeigte. In diesem fand sich auch ein ähnliches Exemplar.

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Ceratopygekalk auf Limön und im Geschiebe Grisslehamn Nr. 54.

MOBERG<sup>1</sup> hat die Art im Ceratopygekalk bei Ottenby auf Öland gefunden.

*Ceratopyge forficula* S.

Mittelschild des Kopfes, freie Wangen und Pygidien liegen vor.

*Vorkommen.* In grauem Ceratopygekalk in denselben Geschieben wie *Apatosephalus serratus*. Die Art ist Leitfossil für den Ceratopygekalk und kommt in den meisten der Gebiete vor, wo sich diese Schicht findet.

*Euloma ornatum* A.

Mittelschild des Kopfes und Pygidien sind vorhanden.

*Vorkommen.* In grauem Ceratopygekalk in denselben Geschieben wie die vorige Art.

In fest anstehendem Ceratopygekalk ist die Art noch häufiger als Ceratopyge selbst.

*Megalaspis planilimbata* A.

Die vier angetroffenen Pygidien stimmen vollständig mit sonstigen Pygidien dieser Art überein.

*Vorkommen.* In fest anstehendem rotem Ceratopygekalk auf Limön und im ebenfalls roten Geschiebe Grisslehamn Nr. 54.

Fest anstehend ist die Art nach MOBERG<sup>1</sup> auch im Ceratopygekalk häufig.

*Symphysurus angustatus* S. & B.

*Vorkommen.* Im Ceratopygekalk in den Geschieben Trästa Nr. 6, Biludden Nr. 1 und Grisslehamn Nr. 55.

Nach MOBERG ist die Art eines der allerschäufigsten Fossilien der oberen Ceratopygeregion.

*Niobe laeviceps* DM.

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Ceratopygekalk auf Limön und im Geschiebe Trästa Nr. 6.

Nach MOBERG findet sich die Art auch im oberen Teil des Ceratopygekalks.

<sup>1</sup> l. c.

*Niobe sp.*

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Ceratopygekalk auf Limön und im Geschiebe Biludden Nr. 1.

*Ampyx sp.*

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Ceratopygekalk auf Limön und im Geschiebe Biludden Nr. 1.

*Agnostus sp.*

*Vorkommen.* Im Ceratopygekalk, Geschiebe Biludden Nr. 1.

*Orometopus sp.*

*Vorkommen.* Im Ceratopygekalk, Geschiebe Grisslehamn Nr. 55.

*Lingula? sp.*

*Vorkommen.* Wenigstens zwei Arten hornschalige Brachiopoden mit *Lingula*-form kommen im fest anstehenden Glauconitschiefer auf Limön vor.

*Obolus Apollinis* EICHW.

*Vorkommen.* Wie schon oben erwähnt, bin ich der Ansicht, dass diese Art in den aus Ceratopygekalk bestehenden Geschieben Rödbo Nr. 12, 13 und 14 sekundär vorkommt.

Fest anstehend ist die Art für das Oboluskonglomerat und gleichaltrige Bildungen charakteristisch. MOBERG<sup>1</sup> hat die Art auch für seine Zone 2 der Ceratopygeregion angeführt, also ein etwas höheres Niveau. Auf Anfrage hat mir MOBERG aber mitgeteilt, dass dieses unrichtig ist. Statt *Obolus Apollinis* sollte stehen: *Obolus*, wahrscheinlich *siluricus*.

*Acrotreta sp. Nr. 1.*

Eine relativ grosse mittelhohe Art mit einer vertieften Rinne an der falschen Area.

*Vorkommen.* Zahlreich in fest anstehendem Glauconitschiefer auf Limön.

*Acrotreta sp. Nr. 2.*

Eine kleine hohe Art.

*Vorkommen.* Im Ceratopygekalk in den Geschieben Trästa Nr. 6 und Rödbo Nr. 14.

<sup>1</sup> l. c. Seite 50. Fussnote 2.

*Lycophoria lævis* STOLLEY.

Pl. VII Fig. 24—27.

STOLLEY<sup>1</sup> hat die Art in folgender Form erwähnt: »Als *Lycophoria lævis* sp. n. bezeichne ich einen Brachiopoden, der in zahlreichen Exemplaren aus einem serpentinähnlichen, sonst nur einige schlechte Exemplare der *Orthis Christianiæ* enthaltenden Geschiebe vorliegt und viel Übereinstimmung mit der *Lycophoria nucella* DALM. des unteren grauen Orthocerenkalkes zeigt; nur ist die Oberfläche bei dieser neuen Art ganz glatt, während die *Lycophoria nucella* immer wenigstens noch Spuren von Radialstreifen am Unterrande zeigt.« Dass es diese Form ist, die mir vorliegt, hat STOLLEY selbst bestätigt. MOBERG<sup>2</sup> hat die Vermutung geäußert, dass *Lycophoria lævis* mit *Meristella*? *difformis* MBG. und SEGERB. identisch sei. Dieses hat mich veranlasst, mein ganzes Material noch einmal zu revidieren, und es hat sich da gezeigt, dass die Art etwas variiert, so dass MOBERGS und meine Figuren ziemlich vollständig die Variationsamplitude angeben. MOBERG ist bezüglich der Gattungsbestimmung unsicher, weil von der Innenseite der Schalen so wenig zu sehen ist. Unter meinem Material finden sich auch keine Innenseiten, aber das von MOBERG erwähnte Längsseptum ist auch an meinen Exemplaren zu sehen (Fig. 24).

*Vorkommen.* Im Ceratopygekalk in den Geschieben Grisslehamn Nr. 59 und Rödbo Nr. 12 und 13.

Fest anstehend ist die Art im Ceratopygekalk auf Öland, Kinnkulle und in Dalarne gefunden worden.

*Orthis Christianiæ* KJ.

MOBERG hat die Ansicht ausgesprochen, dass die drei Arten *Plectorthis Christianiæ*, *P. daunus* und *P. Tullbergi*, in welche WALCOTT die ursprüngliche *Orthis Christianiæ* KJ. geteilt hat, nur Typen für die verschiedenen Richtungen sind, in welchen die Art variieren kann. Das ist auch nach meiner Erfahrung der Fall, denn WALCOTTs Arten sind garnicht auseinander zu halten, und man könnte mit demselben Recht eine beliebige Anzahl Arten aufstellen.

*Strophomena Walcottii* MBG.

*Vorkommen.* Im Ceratopygekalk, Geschiebe Biludden No. 1.

Fest anstehend hat MOBERG die Art im Ceratopygekalk bei Ottenby auf Öland gefunden, und selbst habe ich sie in dem rotbraunen Ceratopygekalk im Profil zwischen Borgholm und Köping auf Öland gefunden.

<sup>1</sup> Die Cambrischen und silurischen Geschiebe Schleswig-Holsteins und ihre Brachiopodenfauna. 1. Geologischer Teil. Seite 12.

<sup>2</sup> l. c. Seite 112.

*Torelrella* sp.

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Glauconitschiefer auf Limön.

**Tabellarische Übersicht über das Vorkommen der Arten in den verschiedenen Geschieben des Ceratopygekalks.**

Gestein	Ceratopygekalk													
Fundort	Trästa	Biludden	Grisslehamn				Rödbo				Limön, fest ansteh.			
Geschiebe Nr.	6	1	54	55	56	59	12	13	14					
<i>Cyrtometopus speciosus</i> DM.					1									
<i>Apatocephalus serratus</i> S. et B.	1	2		2										
<i>Dicellocephalus Bröggeri</i> MBG.			1							1				
<i>Ceratopyge forficula</i> S.	5	11		3										
<i>Euloma ornatum</i> A.	5	2		4										
<i>Megalaspis planilimbata</i> A.			1							3				
<i>Symphysurus angustatus</i> S. et B.	2	10		2										
<i>Niobe læviceps</i> DM.	1									2				
<i>Niobe</i> sp.		2								1				
<i>Ampyx</i> sp.		1								1				
<i>Agnostus</i> sp.		1												
<i>Orometopus</i> sp.				2										
<i>Obolus Apollinis</i> EICHW.							17	14	4					
<i>Acrotreta</i> sp.	1									1				
<i>Lycophoria lævis</i> STOLLEY						8	11		31					
<i>Orthis Christianiæ</i> Kj.	5	77	12	4	5	37	16	18						
<i>Strophomena Walcottii</i> MBG.		2												
Finder und Museum, wo das Geschiebe aufbewahrt wird.	Auctor M. U.	Auctor M. U.	Auctor M. U.	Auctor M. U.	M. U.	Auctor M. U.	J. P. Gustafsson M. U.	J. P. Gustafsson M. U.	J. P. Gustafsson M. U.	Auctor M. U.				
M. U. = Museum Upsala.														

**Orthocerenkalk.**

Ehe ich zu einer Darstellung des Orthocerenkalks übergehe, dürfte es zweckmässig sein, die Einteilung dieses Gliedes zu besprechen. Wie

schon aus dem ersten Teil dieser Arbeit hervorgeht, bin ich J. CHR. MOBERGS<sup>1</sup> Einteilung gefolgt, denn diese ist, wie ich fast überall in Schweden gefunden habe, nicht nur die einzig praktische und stratigraphisch verwertbare, sondern auch sehr natürlich und paläontologisch gut begründet.

Hauptsächlich aus Not, da es sich um Geschiebe handelte, habe ich mich aber gezwungen gesehen, einige Veränderungen oder Vereinfachungen vorzunehmen.

Um oben anzufangen, so habe ich den Ancistroceraskalk einziehen müssen. Diese Veränderung hat mir relativ wenig Selbstüberwindung gekostet, denn teils hat MOBERG selbst die Möglichkeit zugegeben, dass der Ancistroceraskalk als eine jüngere Abteilung des Chironkalks (Centauruskalks MBG.) aufgefasst werden kann, teils habe ich auch an anderen Stellen erfahren, dass es wenigstens nicht so leicht ist, dieses Glied auszusondern. Ich rechne also im Nordbaltikum eventuell vorkommenden Ancistroceraskalk mit zum Chironkalk. Dennoch ist es möglich, dass Geschiebe, welche in Wirklichkeit aus Ancistroceraskalk bestehen, zum Chasmopskalk gezogen worden sind.

Hiermit habe ich nicht den Ancistroceraskalk überhaupt als ein mit den anderen Abteilungen gleichwertiges Glied einziehen wollen, denn wenn ich auch den Verdacht hegte, dass dieses doch schliesslich das Richtige wäre, so verdiente doch der Ancistroceraskalk aufrechterhalten zu werden, schon wegen der wichtigen Rolle, die er bei der künftigen genauen Abgrenzung des Orthocerenkalks gegen den Chasmopskalk zu spielen hat.

Weiter habe ich den Namen Centauruskalk gegen Chironkalk austauschen müssen, denn nachdem es sich nun gezeigt hat, dass DALMANS *Megalaspis centaurus* wirklich existiert,<sup>2</sup> so muss HOLMS Name des Leitfossils, *Illænus Chiron*, dem älteren, *Illænus centaurus* vorgezogen werden.

Schliesslich habe ich ohne Zuhülfenahme der schon in fester Kluft unzuverlässigen Farbe des Gesteins, welche natürlich in Geschieben noch unsicherer ist, oberen und unteren Asaphuskalk nicht auseinander halten können, sondern muss mich damit begnügen, nur von Asaphuskalk ohne weitere Angabe zu sprechen.

Die hier gebrauchte Gliederung des Orthocerenkalks sieht also im Vergleich mit MOBERGS aus wie folgt:

Moberg 1890	Wiman 1907
Strombolituitkalk <sup>3</sup>	Chironkalk
Centauruskalk	
Platyuruskalk	
	Platyuruskalk

<sup>1</sup> Anteckningar om Ölands Ortocerkalk. S. G. U. Ser. C. No. 109. Stockholm 1890.

<sup>2</sup> HOLM, Trilobitslägtet Illænus. Stockholm 1883, Seite 90, und FR. SCHMIDT, Revision V, 4. Petersburg 1906, Seite 54.

<sup>3</sup> = Ancistroceraskalk.

Moberg 1890	Wiman 1907
Gigaskalk	Gigaskalk
Oberer Asaphuskalk }	Asaphuskalk
Unterer Asaphuskalk }	
Limbatakalk	Limbatakalk
• Planilimbatakalk	Planilimbatakalk.

### Die Gesteine.

Wie bereits erwähnt (I, Seite 24 und 25; II, Seite 74), kommt im Meerbusen von Gefle fest anstehender Orthocerenkalk vor, nämlich die beiden untersten Glieder desselben, der Planilimbatakalk und der Limbatakalk. Die übrigen Glieder kommen nur als Geschiebe vor.

Der *Planilimbatakalk* ist ein dichter Kalkstein mit etwas erdigem Bruch. Die Farbe ist meistens braunrot mit violetter Anstrich, mit grünen oder gelben Adern, Flecken oder Flammen. Mitunter ist das Gestein ganz graugrün oder gelb mit dünnen, buchtigen, stark grünen Lamellen. Das Gestein macht oft einen sehr bunten Eindruck. Glauconit kommt vor und ist in besonderen Bänken angehäuft und tritt auch in Verbindung mit den gewöhnlichen Korrosionsgruben auf. Das Gestein unterscheidet sich meistens leicht von anderen ähnlich gefärbten. Der Ceratopygekalk ist nicht so erdig im Bruch, der Platyuruskalk ist kristallinisch, der Limbatakalk und der Asaphuskalk sind, wenn rot, heller und haben nicht den violetten Ton des Platyuruskalks. Auch sind andere Gesteine niemals so bunt wie der Platyuruskalk.

Obgleich dieses im grossen und ganzen Stich hält, so kommen doch Fälle vor, wo man, wenn man nur nach dem Gestein zu urteilen hätte, unsicher sein könnte, ob Ceratopygekalk oder Planilimbatakalk vorliegt, und schon im fest anstehenden Gestein auf Limön kann man nicht ohne eine paläontologische Untersuchung sagen, wo der Planilimbatakalk aufhört und der Limbatakalk anfängt.

Auf Limön findet man Bänke des Planilimbatakalks, welche sich von Nachbarbänken paläontologisch unterscheiden. So z. B. zeichnet sich eine grüne Bank durch *Pliomeractinura* DM. aus, eine tiefere, sehr bunte und glauconithaltige ist von *Orthis Christiania* KJ. in gesteinsbildender Menge erfüllt. Etwas höher liegt wieder eine petrographisch ganz ähnliche Bank mit *Orthis Christiania* u. s. w.

Der *Limbatakalk* ist heller braunrot als der Planilimbatakalk, aber ebenfalls dicht und erdig im Bruch. Man findet teils ganz massive harte Bänke von gewöhnlicher Mächtigkeit (8—10 cm), teils dickere Stücke, welche aus mehreren normalen Bänken zusammengesetzt sind und welche aus einem Gestein bestehen, das an den roten Trinucleusschiefer in Östergötland, z. B. auf Råsnäsudden bei Motala, erinnert. Dieses Gestein besteht aus z. B. 1 cm dicken und einige cm langen kleinen Linsen aus

reinerem Kalk, welche durch dünne Lamellen aus nur schieferigem Gestein getrennt sind. Die kleinen Kalklinsen haben sich oft unter einander bewegt, so dass das Gestein von Gleitflächen erfüllt ist und die grösseren Versteinerungen beschädigt sind. Der Limbatakalk kann ausnahmsweise auch grau sein. Ohne Versteinerungen ist er mitunter schwer von dem Asaphuskalk zu unterscheiden.

Der *Asaphuskalk* ist etwas knollig, grünlich grau, rot oder flammig. Dieses Glied ist auch nicht so deutlich gebankt wie die älteren Glieder des Orthocerenkalks. Eine untere Linsenschicht wie in Dalarne kommt nicht vor.

Vom *Gigaskalk* kenne ich nur ein einziges sicheres Geschiebe, welches *Megalaspis gigas* enthält. Das Gestein ist in diesem Geschiebe ein wenig kristallinischer, erdiger, sehr blass rotflammiger Kalk. Ohne *Megalaspis gigas* ist es nicht so leicht, einen Gigaskalk überhaupt zu erkennen, und da ausserdem die betreffende Art meistens an den Oberflächen der Bänke sitzt, wo sie in Geschieben zerstört wird, so erklärt dies, warum ich so wenig vom Gigaskalk gefunden habe.

Der *Platyuruskalk* sieht aus wie überall in Schweden, es ist ein kristallinischer, meistens roter, aber auch weisser oder rotflammiger Kalk mit von Hämatit überzogenen Cephalopoden. Ein einziges intensiv rotes Stück mit *Asaphus platyurus* v. *maximus* MBG. liegt vor und dürfte die durch diese Varietät charakterisierte Schicht andeuten.

Der *Chironkalk* ist grau, nicht gebankt und erdiger als der Chasmopskalk. Ohne Versteinerungen kann er mit diesem oder sogar mit dem grauen Asaphuskalk verwechselt werden. Vereinzelte Geschiebe, wie z. B. Trästa Nr. 2, sind als Linsenschicht entwickelt.

### Die Fauna.

#### Trilobiten.

##### *Phacops sclerops* DM.

*Vorkommen.* Im Asaphuskalk in den Geschieben Skaten Nr. 4, Mälby Nr. 26, Trästa Nr. 10 und Kalfudden Nr. 3.

Fest anstehend ist die Art für den Asaphuskalk in Skandinavien und entsprechende Schichten im Ostbaltikum charakteristisch.

##### *Chirurus ingricus* FR. SCHM.

Ein gutes Kopfschild, welches genau mit SCHMIDTS Beschreibung und Figuren übereinstimmt.

*Vorkommen.* Im Limbatakalk, Geschiebe Trästa Nr. 1, welches dem oberen Teil dieser Zone angehören dürfte.

Im Ostbaltikum ist ein Exemplar »im Orthocerenkalk, an der oberen Grenze des Glaukonitkalks«, gefunden worden. Von Törnquist ist die Art im unteren Teil des unteren grauen Orthocerenkalks in Dalarne angetroffen worden, also auch hier etwa an der Grenze zwischen Limbata- und Asaphuskalk.

*Chirurus exsul* BEYR.

Das betreffende Exemplar gehört dem geologischen Museum in Helsingfors, ist von A. MOBERG gefunden und von FR. SCHMIDT bestimmt worden. Ob es ein zweites, ebenfalls von A. MOBERG auf Åland gefundenes Exemplar ist, welches SCHMIDT (Revision I, Seite 143) als dem Revaler Museum gehörig erwähnt, weiss ich nicht.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Åland Nr. 2.

Ich habe dieses Geschiebe dem Chironkalk zugeschrieben nur aus dem Grunde, weil *Chirurus exsul* in Estland hauptsächlich im unteren Teil des Echinosphäritenkalks vorkommt. Das Geschiebe könnte aber auch Chasmopskalk sein, denn die Art kommt auch im entsprechenden Teil des Echinosphäritenkalkes vor, und in Schweden wird sie von TÖRNQUIST aus dem Chasmopskalk in Dalarne angeführt. Auf Öland aber hat J. CHR. MOBERG<sup>1</sup> die Art im Chironkalk angetroffen.

*Chirurus sp.*

*Vorkommen.* In den Geschieben Stabby Söderby Karl Nr. 4 und Trästa Nr. 2.

*Cyrtometopus clavifrons* DM.

*Vorkommen.* Im Limbatakalk, in den Geschieben Kalfudden Nr. 1 und 2, und im Asaphuskalk, Geschiebe Mälby Nr. 26.

Fest anstehend ist die Art im Ostbaltikum sowohl im Glauconit- wie im Vaginatenkalk gefunden worden. Auf der skandinavischen Seite ist die Art häufig im Limbata- und Asaphuskalk.

*Pliomera actinura* DM.

Pl. VII, Fig. 9—12.

*Entomostracites actinurus* DALMAN. Några petrificater fundna i Östergötlands öfvergångskalk aftecknade och beskrifne. Seite 368 Pl. 4 Fig. 1 A—C. K. Vet. Akad. Handl. 1824.

*Calymene actinura* DALMAN. Om Palæaderna Seite (230) 45. Ibid. 1826.

∴ *Pliomera Mathesii* ANGELIN. Palæontologia Scandinavica I. Seite 35. Tab. 22. Fig. 1.

*Pliomera actinura* ANGELIN. Ibid. Seite 35. Tab. 22. Fig. 2.

<sup>1</sup> S. G. U. Ser. A 1, a Nr. 5. Seite 109.



Mein Material stimmt genau mit ANGELINS Originalmaterial im Reichsmuseum überein.

Was *Pliomera Mathesii* A. betrifft, so glaube ich nunmehr kaum, dass sie eine eigene Art ist. Der Unterschied zwischen den Originalen ANGELINS zu den beiden Arten *actinura* und *Mathesii* ist durch die beiden oben zitierten Figuren ANGELINS zu vollem Ausdruck gekommen, aber das Original zu *P. Mathesii* ist nicht ganz deutlich, es ist wenigstens am Vorderende des Kopfes ohne Schale und kommt mir etwas verzerrt vor, so dass die Glabella etwas zu lang geworden ist. Über das Niveau der beiden Arten sind die Angaben nicht ganz deutlich gewesen. Es dürfte aber jetzt ziemlich sicher sein, dass dieses ganz dasselbe ist. Nach Linnarssons<sup>1</sup> Angaben über den Fundort, Oltorp, in Westergötland für *P. Mathesii* dürfte diese Art aus dem Planilimbatakalk stammen. Für *P. actinura* gibt ANGELIN Folgendes an: »In stratis calcariis regionis C?) *Ostrogothiae* ad Berg? DALM. (Mus. Holm.).» Es war also weder Fundort noch Schicht sicher. Die hier beschriebene *P. actinura* kommt aber in fest anstehendem Planilimbatakalk auf Limön vor.

Selbst habe ich zuerst nicht so viel Gewicht auf die Verzerrung des ANGELIN'schen Originals zu *P. Mathesii* gelegt und mir gedacht, dass *P. actinura* eine kleinere und *P. Mathesii* eine grössere Art sei. Grosse schalenlose Exemplare wurden leicht zu *P. Mathesii*. So habe ich die im Shumardiaschiefer bei Lanna vorkommende *Pliomera* als *P. Mathesii* bestimmt.<sup>2</sup> Nachher schien mir aber *Pliomera Mathesii* so verdächtig, dass ich das ganze, ziemlich grosse, im Reichsmuseum befindliche, von Professor J. GUNNAR ANDERSSON nicht nur im Shumardiaschiefer, sondern auch im übrigen Planilimbatakalk bei Lanna eingesammelte Material studiert habe. Es fanden sich Exemplare von allen Grössen, und ist nur die Schale vorhanden, so stimmen sie alle vollkommen unter einander und mit *Pliomera actinura* DM. überein. Ich glaube also, bis ich ein unverletztes mit Schale versehenes Exemplar, welches die Eigentümlichkeiten des ANGELIN'schen Originals zeigt, gesehen habe, dass *P. Mathesii* A. ein schalenloses, verzerrtes Exemplar von *P. actinura* DM. ist.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung von *Pliomera actinura* DM. über. Das Kopfschild ist etwas mehr als zweimal so breit wie lang, flach gewölbt, die Hinterecken einen abgerundeten Winkel bildend. Die Dorsalfurchen schmal und bei erhaltener Schale seicht, Glabella etwa quadratisch, vorne abgerundet. An der Glabella jederseits drei schief nach hinten gerichtete Seitenfurchen, von denen die beiden hinteren am Seitenrande, die erste aber am Vorderrande ausmündet. Am Vorderrand des kleinen Frontallobus sieht man wenigstens an einigen Exemplaren eine kaum noch sichtbare Andeutung einer unpaarigen Furche. Der Randsaum ist ringsum etwa gleich breit. Der Vorderrand ist etwas aufgeschwollen. Die Augen sind

<sup>1</sup> Om Vestergötlands Cambriska och Siluriska Aflagringer. K. Vet. Akad. Handl. Bd 8. Nr. 2, Seite 62. Stockholm 1869.

<sup>2</sup> Ein Shumardiaschiefer bei Lanna in Nerike. Arkiv för zoologi. Bd 2. N:o 11.

sehr klein und liegen etwa in der Mitte der Wangen und an einer gedachten, schräg nach vorne verlaufenden Linie, längs welcher sich die Wangen, feste und freie, nach unten umbiegen. Die Facialsutur beginnt genau in der Hinterecke und verläuft, einen Bogen bildend, zum Auge hin. Vor dem Auge verläuft sie fast gerade zur Randfurche, biegt dort nach innen und vorne um, den Randsaum schräg überquerend, und verläuft dann, dieselbe Richtung innehaltend, bis zur Spitze des Schnauzenschildes, welche an der Unterseite dicht vor dem Hypostoma liegt. Die freien Wangen stossen also zwischen dem Hypostoma und dem Schnauzenschild längs einer kleinen Strecke zusammen. Der Vorderrand des Schnauzenschildes verläuft im Vorderrande des Kopfes.

Die Oberfläche ist rau, ohne eigentliche Skulptur. Dieses dürfte sekundär sein, denn an den Exemplaren aus Nerike lässt sich an der Glabella eine feine Tuberkulierung beobachten, und die Wangen sind grubig.

Der Thorax besteht aus 14 Gliedern von gewöhnlichem Aussehen.

Das Pygidium besteht aus sechs Gliedern, von welchen das hinterste ein kleines schmales Dreieck ohne Pleuren bildet. Die hinteren Pleuren sind mehr, die vorderen weniger quer nach unten gebogen. Von der allgemeinen Form des Pygidiums gibt Fig. 12 eine Vorstellung.

*Vorkommen.* In fest anstehendem Planilimbatakalk auf Limön und in derselben Schicht bei Lanna und Yxhult in Nerike und, wenn die vorgeschlagene Identität mit *Pliomera Mathesii* A. richtig ist, auch im Planilimbatakalk bei Oltorp in Vestergötland.

### *Diaphanometopus lineatus* A.

Pl. VII, Fig. 8.

*Nileus* ? *lineatus* ANGELIN. Palæontologia scandinavica. Seite 60, Tab. 33.

Fig. 12, 12 a.

*Diaphanometopus lineatus* WIMAN. Palæontologische Notizen 8. Bull.

Geol. Inst. Upsala. Vol. 7. Seite 291. Pl. 29. Fig. 16—20.

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Planilimbatakalk auf Limön vor Gefle und in den Geschieben Limön Nr. 34 und 68 und Björns hög Nr. 1.

Ausserhalb des Nordbalticums ist die Art von J. GUNNAR ANDERSSON im Planilimbatakalk in Nerike bei Yxhult und Lanna gefunden worden. Das ANGELIN'sche Original stammt aus Oltorp in Vestergötland »In stratis regionis C. ?«, also wahrscheinlich auch dem Planilimbatakalk.

### *Lichas tricuspidata* BEYR.

Ein Kopfschild und ein Pygidium liegen vor. Sie stimmen mit FR. SCHMIDT's Beschreibung und Figuren überein.

*Vorkommen.* In Chironkalk in den Geschieben Kragsta Nr. 1 und Malby Nr. 9.

*Bull. of Geol.* 1906.

Fest anstehend kommt die Art im Ostbaltikum in den tieferen Schichten des Echinosphæritenkalks vor.

*Haspina excavata* LNS.

Das Exemplar besteht aus dem flachen Rand, ziemlich vollständig erhalten.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Limön Nr. 9.

Fest anstehend ist die Art von LINNARSSON<sup>1</sup> im Planilimbatakalk bei Latorp in Nerike gefunden, und ein neulich von J. CHR. MOBERG und C. O. SEGERBERG<sup>2</sup> erwähntes, wahrscheinlich hierhergehöriges Fragment ist im Ceratopygekalk bei Fogelsång in Schonen gefunden worden. In der ebenerwähnten Arbeit von MOBERG und SEGERBERG wird das Stück aus Nerike dem Ceratopygekalk zugeschrieben. Ich kann aus der betreffenden Stelle bei LINNARSSON nichts anderes herauslesen, als dass das Stück aus dem Planilimbatakalk stammt. Meine Altersbestimmung des Shumardiaschiefers bei Lanna wird (Seite 29) wenigstens einstweilen akzeptiert, und dann kann in Nerike nur der diesem unterlagernde Glauconitkalk zur Ceratopygeregion gehören, und das betreffende Stück ist höher gefunden. Übrigens wird irrtümlich Lanna statt Latorp als Fundort angegeben.

Das nordbaltische Stück gehört wahrscheinlich dem Planilimbatakalk an

*Megalaspis planilimbata* A.

Pl. VII. Fig. 23.

An dem abgebildeten Pygidium sind die Glieder für ein schalentragendes Exemplar verhältnismässig sehr deutlich.

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Planilimbatakalk auf Limön und in etwa der Hälfte sämtlicher Geschiebe dieses Gliedes.

Die Art ist Leitfossil für den Planilimbatakalk auf beiden Seiten der Ostsee. Bei uns kommt sie auch im Ceratopygekalk vor.

*Megalaspis limbata* S. et B.

Pl. V. Fig. 11, 12.

Eine grosse Menge von Exemplaren liegt vor. Die abgebildeten Stücke stammen aus dem Geschiebe Trästa Nr. 1, welches aus dem oberer Teil des Limbatakalks stammen dürfte. Das Pygidium dieses Stückes weicht ja von dem gewöhnlichen Aussehen etwas ab, indem der Limbus

<sup>1</sup> Öfversigt af Nerikes öfvergångsbildningar. Seite 25 und 38. Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. 1875 Nr. 5.

<sup>2</sup> Ceratopygeregionen. Seite 105. Meddelande från Lunds Geologiska Fältklubb. Ser. B. Nr. 2. K. Fysiografiska Sällskapets Handlingar N. F. Bd. 17. Lund 1906.

bis auf die etwas herausgehobene Spitze des Pygidiums reduziert ist. Solche Pygidien habe ich auch sonst im Limbatakalk beobachtet, aber die häufigste Form ist es nicht.

*Vorkommen.* In den meisten Geschieben aus Limbatakalk. Die Art ist Leitfossil für den Limbatakalk.

*Megalaspis limbata v. elongata* FR. SCHM.

Pl. V. Fig. 1, 2.

*Vorkommen.* Diese Varietät scheint mir im jüngsten Teil des Limbatakalks zuhause zu sein. Das einzige Exemplar stammt aus dem Geschiebe Trästa Nr. 1.

*Megalaspis heroides* BR.

*Vorkommen.* Das eine der beiden vorliegenden Pygidien stammt aus dem fest anstehenden Planilimbatakalk auf Limön, das andere aus einem wahrscheinlich aus Planilimbatakalk bestehenden Geschiebe Limön Nr. 6.

Vorher ist die Art von BRÖGGER<sup>1</sup> im Phyllograptusschiefer gefunden worden. Im Museum der geologischen Landesuntersuchung in Stockholm liegt ein Exemplar aus dem Ceratopygekalk auf Hunneberg.

*Megalaspis acuticauda* A.

*Vorkommen.* Ein Pygidium im Asaphuskalk, Geschiebe Höganäs Nr. 18. Die Art ist charakteristisch für den Asaphuskalk.

*Megalaspis heros* A.

*Vorkommen.* Ein grosses Exemplar des Pygidiums im roten Asaphuskalk, Geschiebe Mälby Nr. 27.

Die Art gehört dem Asaphuskalk an.

*Megalaspis rudis* A.

Ich bin nicht davon überzeugt, dass *M. rudis*, wie SCHMIDT annimmt, eine Varietät von *M. centaurus* DM. ist. Ein mit *M. rudis* sicher zusammengehörender Kopf ist bis jetzt noch nicht bekannt. Nach dem Pygidium zu urteilen, können die Arten verschieden sein. Meiner Auffassung nach ist *M. rudis* mehr flach, etwa wie *M. gigas*, *M. centaurus* dagegen im Querschnitt mehr gewölbt. Das Niveau dürfte auch nicht ganz dasselbe sein. Auf Öland bildet *M. centaurus* Bänke unmittelbar unter dem Gigaskalke, *M. rudis* findet man meistens tiefer, z. B. im unteren Asaphuskalk.

<sup>1</sup> Über die Ausbildung des Hypostomes bei einigen skandinavischen Asaphiden. S. G. U. Ser. C. Nr. 82. Seite 41.

*Vorkommen.* Im grüngrauen und roten Asaphuskalk in den Geschieben Torrön Nr. 5, Höganäs Nr. 17 und Mälby Nr. 28.

Fest anstehend ist die Art für den Asaphuskalk bezeichnend.

*Megalaspis gigas* A.

*Vorkommen.* In Gigaskalk, Geschiebe Risslingby Nr. 2.

Die Art ist Leitfossil für den Gigaskalk.

*Megalaspides* sp.

Pl. V. Fig. 7—10.

*Megalaspides*-Pygidien sind im Planilimbatakalk nicht selten. Auch Mittelschilder des Kopfes kommen vor, aber das ganze Material ist zu unvollständig, um eine Erörterung der Arten zu erlauben. Die Pygidien sind von verschiedenen Typen. Fig. 7 ist ein dreieckiger gewölbter Typus. Die Figuren 9 und 10 sind hinten mehr abgerundet, aber auch gewölbt. Fig. 10 zeigt eine Andeutung von Limbus, und Fig. 8 hat auch bei erhaltener Schale einen deutlichen Limbus.

*Vorkommen.* Im fest anstehenden Planilimbatakalk auf Limön und in sehr vielen der Geschiebe aus Planilimbatakalk.

Alle bis jetzt gefundenen *Megalaspides*-formen dürften dem Niveau des Planilimbatakalks angehören. *Megalaspides nericiensis* kommt im Shumardiaschiefer in Nerike, und *Megalaspides dalecarlicus* im unteren Didymograptusschiefer in Dalarne vor. Ich sehe bis jetzt noch keine Ursache, die Schichtenfolge anders aufzufassen, als dass die Ceratopygeregion oben an den Planilimbatakalk oder eine äquivalente Schicht grenzt, und ist diese Auffassung richtig, so dürften auch die von LAMANSKY<sup>1</sup> aus dem Ostbaltikum beschriebenen unbestimmbaren *Megalaspides*-Pygidien (*Asaphus Schmidtii*, *Ptychopyge*? *Inostranzewi* und *Megalaspides* sp.) zum Planilimbatakalk gehören. Zusammen mit diesen *Megalaspides*-Pygidien soll *Triasthrus Angelini* LNS, also ein für die Ceratopygeregion bezeichnendes Fossil, vorkommen. Das Originalexemplar zu LAMANSKY'S Figur konnte bei meinem letzten Besuch in Petersburg nicht aufgefunden werden, ich habe es also nicht gesehen, aber wenn die Figur nur annähernd mit dem Original übereinstimmt, so ist die Bestimmung unrichtig. MOBERG (Ceratopygeregionen Seite 30) hat als eine Möglichkeit vorgeschlagen, dass LAMANSKY'S *Triasthrus Angelini* ein *Cyrtometopus primigenus* A. sein könnte, und dann wäre ja die Bestimmung insoweit richtig, als es ein wirkliches Ceratopygefossil wäre, und es wäre auch wahrscheinlich, dass in den betreffenden Schichten ein Stück Ceratopygeregion mit enthalten ist.

<sup>1</sup> Die ältesten silurischen Schichten Russlands. Mém. du Comité Géologique. N. S. Livr. 20. St. Petersb. 1905.

*Asaphus Kowalewskii* LAWROW.

Pl. VI. Fig. 17.

*Vorkommen.* Im Chironkalk im Geschiebe Åland Nr. 1. Fest anstehend ist die Art in den tieferen Schichten des Echinosphæritenkalks im Ostbaltikum zuhause.

*Asaphus cornutus* PAND.

Pl. V. Fig. 13—15. Pl. VI. Fig. 1, 2.

Mein Material dieser leicht kenntlichen Art stimmt mit FR. SCHMIDTS Beschreibung und Figuren überein. Zwei der Exemplare, im Geschiebe Önningby Nr. 4, waren schon vorher von G. HOLM bestimmt.

*Vorkommen.* In rötlichem oder grauem violettrotgeflecktem Kalk in den Geschieben Bloka Nr. 1, Trästa Nr. 12, Ekeby Nr. 2 und Önningby Nr. 6 und in rein grauem Kalk in den Geschieben Lemland Nr. 1, Ytterby Nr. 1, Önningby Nr. 4 und 5. Jene sind in der Tabelle des Asaphuskalks, diese in der Tabelle des Chironkalks aufgeführt worden. Es trifft sich unglücklich, dass die Art meistens allein gefunden worden ist. In dem Geschiebe Ekeby Nr. 2 kommt die Art zusammen mit *Illænus centrotus* DM und *Illænus Esmarkii* SCHLOTH. vor und dürfte also sicher dem Asaphuskalk angehören, und im Geschiebe Önningby Nr. 4 kommt sie zusammen mit *Illænus Chiron* HOLM vor und dürfte also auch hier mit ziemlicher Sicherheit dem Chironkalk angehören. Dieses würde ja eine ziemlich weite vertikale Verbreitung der Art ergeben.

Ganz undenkbar ist diese Verbreitung jedoch nicht, denn im Ostbaltikum beginnt die Art in den obersten Schichten des Vaginatenkalks B<sub>3b</sub> und hat seine Hauptverbreitung in den tieferen Schichten des Echinosphæritenkalks C<sub>1a</sub>. Nach dieser Verbreitung bei der Gesteinsbeschaffenheit zu urteilen, kann man auch an Gigaskalk und eine graue oder rötliche nicht krystallinische Übergangsschicht zwischen Platyurus und Chironkalk als Kluftort der Art denken.

*Asaphus plicicostis* TQT.

*Vorkommen.* In Chironkalk in den Geschieben Grisslehamn Nr. 32 und Trästa Nr. 2.

Fest anstehend gehört die Art dem Chironkalk an.

*Asaphus expansus* L.

*Vorkommen.* In Asaphuskalk in den Geschieben Söderön Nr. 1 und Mälby Nr. 26.

Fest anstehend gehört die Art dem Asaphuskalk an.

*Asaphus raniceps* DM.

*Vorkommen.* In rotem und grauem Asaphuskalk in den Geschieben Skaten Nr. 3 und Ersholmen Nr. 4.

In fest anstehenden Schichten ist die Art im Asaphuskalk zuhause.

*Asaphus platyurus* A.

*Vorkommen.* In Platyuruskalk in sehr vielen der Geschiebe. Die Art ist Leitfossil für den Platyuruskalk.

*Asaphus platyurus v. maximus* MBG.

*Vorkommen.* Ein einziges Exemplar im Geschiebe Trästa Nr. 22, welches andeutet, dass auch im Nordbaltikum die durch diese Varietät charakterisierte Übergangsschicht des Platyuruskalks zum Chironkalk vorhanden ist.

*Asaphus uplandicus n. sp.*

Pl. VI. Fig. 6—8.

Zwei ganze zusammengerollte Exemplare liegen vor.

Der Kopf ist sehr gleichmässig gewölbt, fast ganz doppelt so breit wie lang. Umriss halbkreisförmig mit erhabener Randlinie. Die Hinterecken sind spitz. Die Glabella hebt sich sehr wenig ab, ist urnenförmig und reicht bis zum Vorderrand. Von der Lobierung sieht man bei erhaltener Schale gar nichts. Die Dorsalfurchen sind sehr schwach, und die Nackenfurche ist kaum zu beobachten. Der ganze Kopf ist mit einem Wort fast isotelusartig glatt.

Die Augen sind ziemlich klein und niedrig, die Augendeckel steigen steil an und sind konkav. Die Länge der Augen ist gleich deren Abstand vom Vorderrande, die Entfernung vom Hinterrand ist kürzer. Die Facialsutur bietet nichts Besonderes. Die Oberfläche ist an keinem Exemplar ganz unversehrt, Terrassenlinien sind nur an den Augendeckeln zu sehen.

Der Thorax besteht aus 8 flachen Gliedern. Die Rhachis ist niedrig und schmal,  $\frac{1}{3}$  der gesamten Breite, und erweitert sich nicht an der Mitte.

Das Pygidium ist wenig gewölbt, nicht ganz doppelt so breit wie lang. Die Rhachis ist niedrig, ziemlich zugespitzt und reicht nicht bis an den Hinterrand, ist nicht an der Spitze aufgeworfen und zeigt keine Gliederung.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Galgbacken Nr. 15 in einem an Limbata-kalk erinnernden Gestein und im Geschiebe Djuphagen Nr. 7 in einem Gestein, welches wie rot- und graufleckiger Asaphuskalk aussieht.

*Asaphus aculeatus* n. sp.

Pl. VI. Fig. 18—21.

Zwei ganze Exemplare und ein Kopf liegen vor.

Die Form des ganzen Tiers ist länglich oval, beinahe doppelt so lang wie breit. Der Kopf ist halbmondförmig, vorne abgerundet und an den Hinterecken in Hörner ausgezogen, doppelt oder mehr als doppelt so breit wie lang. Der Nackenring ist sehr schwach angedeutet. Die Glabella ist flach gewölbt und urnenförmig. Es sieht aus, als ob die Glabella plastisch gewesen und die ganze Wölbung nach vorne geschoben wäre. Der hintere Teil der Glabella ist ganz flach, und die Furchen sind nur kaum angedeutet.

Die Augen sind gross und hoch und sitzen auf einem besonderen Sockel. Am Exemplar Fig. 18 ist das Auge doppelt so lang wie die Entfernung desselben vom Vorderrand, am Exemplar Fig. 20 ist dieser Abstand 1,5 mal so lang wie das Auge, und an einem dritten, wahrscheinlich etwas jüngeren Exemplar sind diese Maasse gleich. Der Abstand vom Hinterrande beträgt etwas mehr als die halbe Augenlänge.

Die Facialsutur verläuft hinter dem Auge ungemein gerade zum gewöhnlichen Punkt am Hinterrande. Vor dem Auge sind die Biegungen, da teils der Kopf sehr kurz ist und teils die Augen sehr gross sind und weit nach vorne und weit auseinander liegen, sehr scharf. Die weiteste Entfernung der Facialsuturen vor den Augen ist der Kopflänge gleich. Obgleich die Hinterecken der freien Wangen spitz zulaufen, sind dennoch die schwachen Wangenhörner deutlich abgesetzt.

Der Thorax besteht aus 8 flachen Gliedern. Die Rhachis ist relativ schmal und niedrig und überall etwa gleich breit. Die Pleuren sind an den Enden quer abgeschnitten.

Das Pygidium ist nicht ganz doppelt so breit wie lang, hinten gerundet und relativ wenig gewölbt.

Die Oberfläche der Schale ist nicht so gut erhalten, dass die Skulptur zu sehen ist.

*Vorkommen.* Das nicht abgebildete Exemplar kommt in dem grauen Geschiebe Önningby Nr. 4 vor, welches aus Chironkalk bestehen dürfte. Die beiden anderen Exemplare kommen zusammen im Geschiebe Trästa Nr. 20 vor, welches aus einem grau- und rotleckigen, nicht krystallinischen Kalk besteht. Das Gestein sieht aus wie Asaphus- oder Gigaskalk. Das Geschiebe ist als Platyuruskalk aufgeführt worden, aber es könnte auch Gigaskalk oder eine Übergangsschicht zwischen Platyurus- und Chironkalk sein.

*Asaphus* sp.

In mehreren Geschieben kommen nicht näher bestimmbare Asaphusarten, meistens Pygidien vor.



*Pseudasaphus tecticaudatus* STEINH.

*Vorkommen.* Im Chironkalk in den Geschieben Ekeby Nr. 61, Ekolsund Nr. 1, Höganäs Nr. 9, Mälby Nr. 9, Simpnäs Nr. 3, Stabby, Söderby Karl Nr. 6 und Trästa Nr. 2.

Im fest anstehenden Gestein ist die Art im Ostbaltikum vom unteren Echinosphæritenkalk C<sub>1</sub> a bis in die Kucker'sche Schicht C<sub>2</sub> verbreitet. In Schweden scheint die Art nicht so hoch zu gehen, denn in Dalarne kommt die Art nach TÖRNQUIST im oberen roten und oberen grauen Orthocerenkalk vor, und aus Öland wird sie von MOBERG<sup>1</sup> aus dem Chironkalk angeführt.

*Pseudasaphus densistrius* TQT.

Ein einziges Pygidium, welches ich mit TÖRNQUISTs Original verglichen habe.

*Vorkommen.* In dem grauroten Geschiebe Harg Nr. 4 zusammen mit einem ganzen Exemplar von *Illænus Chiron*. In Dalarne kommt die Art nach TÖRNQUIST im oberen grauen Orthocerenkalk vor. Das nordbaltische Stück dürfte deshalb aus einer Übergangsschicht zwischen dem Platyuruskalk und dem Chironkalk stammen, welches wohl noch etwas von der roten Farbe beibehalten hat, aber sonst die petrographische Beschaffenheit des Chironkalks hat.

*Pseudasaphus aciculatus* A.

*Vorkommen.* Im Chironkalk in den Geschieben Sund Nr. 40 und Trästa Nr. 2.

Fest anstehend ist die Art wenigstens auf Öland, eine der häufigsten Fossilien des Chironkalks.

*Ptychopyge rimulosa* A.

*Vorkommen.* In Chironkalk in den Geschieben Trästa Nr. 2 und 7.

Fest anstehend wie vorige Art, eine der häufigsten des Chironkalks auf Öland.

*Ptychopyge angustifrons* DM.

Zwei Pygidien, welche mit dieser Art übereinstimmen.

*Vorkommen.* Allein in rotem Asaphuskalk in den Geschieben Rödbo Nr. 8 und Ekeby Nr. 115.

In fest anstehenden Schichten ist die Art für den Asaphuskalk charakteristisch.

<sup>1</sup> Anteckningar om Ölands Ortocerkalk. Seite 16. S. G. U. Ser. C. Nr. 109.

*Ptychopyge sp.*

Zwei fragmentarische Pygidien vom Typus des *Ptychopyge rimolosa* A., bei welchen die Rhachis isotelusartig wenig markiert ist. Die Duplikatur des Pygidiums ist breit.

*Vorkommen.* In den Geschieben Simpnäs Nr. 10 und Eggegrund Nr. 16. Letzteres sieht aus wie rot- und graufleckiger Asaphuskalk, jenes dagegen ist rot, aber etwas dunkel. Wahrscheinlich gehören beide zum Asaphuskalk.

*Nileus armadillo* DM.

*Vorkommen.* Im Planilimbatakalk in den Geschieben Limön Nr. 11 und 16, Eggegrund Nr. 1, Bilan Nr. 3, Bönan Nr. 1, Grisslehamn Nr. 45, im Limbatakalk in den Geschieben Limön Nr. 51 und 58 und Kalfudden Nr. 1, im Asaphuskalk im Geschiebe Skaten Nr. 3 und im Chironkalk in den Geschieben Galgbacken Nr. 18 und Vårdsätra Nr. 1.

Fest anstehend ist die Art im ganzen Orthocerenkalk verbreitet. Nach TÖRNQUIST soll die Art auch im Chasmopskalk vorkommen.

*Symphysurus palpebrosus* DM.

*Vorkommen.* Im Asaphuskalk im Geschiebe Rödbo Nr. 8.

Fest anstehend ist die Art im Asaphuskalk zuhause.

*Symphysurus angustatus* S. et B.

*Vorkommen.* Im Planilimbatakalk fest anstehend auf Limön und in den Geschieben Raggarön Nr. 1 und Holmsta Nr. 1.

Fest anstehend ist die Art im Ceratopygekalk zuhause.

*Symphysurus breviceps* A.

*Vorkommen.* Im Planilimbatakalk fest anstehend auf Limön und in den Geschieben Limön Nr. 3, 6, 12, 13, 14, 15, 22, 25, 26, 30, 34 und 67, Eggegrund Nr. 2, Raggarön Nr. 1, Ängskär Nr. 1, Ekeby Nr. 124, Djurs-holm Nr. 1, Trästa Nr. 5 und Björns hög Nr. 1.

Fest anstehend gehört die Art dem Planilimbatakalk an, kommt aber auch im Ceratopygekalk vor.<sup>1</sup>

*Niobe frontatis* DM.

Mein Material stimmt mit Exemplaren aus dem Ostbaltikum und aus Norwegen, welche ich in Petersburg gesehen habe, überein.

<sup>1</sup> MOBERG und SEGERBERG l. c. Seite 92.

*Vorkommen.* In grauem und rotem Asaphuskalk in den Geschieben Rödbo Nr. 8 und Ersholmen Nr. 3.

Fest anstehend gehört die Art dem Asaphuskalk an.

*Niobe læviceps* DM.

Im Planilimbatakalk fest anstehend auf Limön und in den Geschieben Limön Nr. 1, 12, 18, 19, 21, 22, 23, 24 und 36, Eggegrund Nr. 4 und 5, Raggarön Nr. 1, Waksala Nr. 1, Ö. Edsvik Nr. 33, Ekeby Nr. 119 und 124, Galgbacken Nr. 33, Sundbyberg Nr. 7, Höganäs Nr. 21, Björns hög Nr. 1, Torrön Nr. 9 und Bönan Nr. 2 und 3, im Limbatakalk in den Geschieben Eggegrund Nr. 18 Grisslehamn Nr. 53 und Raggarön Nr. 2.

Die Art kommt im Ceratopyge-, Planilimbata- und Limbatakalk vor.

*Holometopus limbatus* A.

*Vorkommen.* Zwei Exemplare kommen in dem aus Planilimbatakalk bestehenden Geschiebe Djursholm Nr. 1 vor.

Im fest anstehenden Gestein ist die Art nach MOBERG<sup>1</sup> häufig im Planilimbatakalk auf Öland und ist dort auch im Limbatakalk gefunden worden.

*Illænus Esmarkii* SCHLOTII.

*Vorkommen.* Im Limbatakalk im Geschiebe Kalfudden Nr. 2 und im roten und grauen Asaphuskalk in den Geschieben Skaten Nr. 3, Broby Nr. 1, Norrskedika Nr. 25, Djuphagen Nr. 6, Mälby Nr. 26 und Ekeby Nr. 2, 13 und 16.

Fest anstehend hat die Art nach HOLM<sup>2</sup> ihre Hauptverbreitung im Asaphuskalk, sie kommt aber auch im Limbatakalk vor.<sup>3</sup>

*Illænus Chiron* HOLM.

Einige der Exemplare waren schon von G. HOLM bestimmt.

*Vorkommen.* Im Platyuruskalk in den Geschieben Ängskär Nr. 9, Rödbo Nr. 7, Harg Nr. 4 Trästa Nr. 4 und 8, im Chironkalk in den Geschieben Ersholmen Nr. 2, Grisslehamn Nr. 18, Karby Nr. 1, Nodsta Nr. 1, Salsta Nr. 8, Simpnäs Nr. 7, Stabby, Söderby Karl Nr. 3 und 4, Söderby Karl Nr. 4, Trästa Nr. 2, Ultuna Nr. 1 und Önningby Nr. 4.

Die Art ist Leitfossil im Chironkalk, kommt aber auch im Platyuruskalk vor.

<sup>1</sup> Anteckningar om Ölands ortocerkalk. S. G. U. Ser. C. Nr. 109 und S. G. U. Ser. A 1, a Nr. 5 Seite 103.

<sup>2</sup> Trilobitslägtet Illænus. Bihang K. Vet. Akad. Handl. Bd. 7 N:o 3.

<sup>3</sup> MOBERG in S. G. U. Ser. A 1, a Nr. 5 Seite 103.

*Illænus Chiron v. Stacyi* HM.

*Vorkommen.* Ein Pygidium im Chironkalk im Geschiebe Ekeby Nr. 20.

In fest anstehenden Schichten ist das Niveau nach HOLM<sup>1</sup> nicht genau festgestellt. Die beiden vorher gefundenen Pygidien stammen aus dem Ostbaltikum.

*Illænus Schmidtii* NIESZK.

*Vorkommen.* Eines der Exemplare dieser Art dürfte aus dem Chironkalk stammen. Es kommt im Geschiebe Karby Nr. 1 vor.

In fest anstehenden Schichten im Ostbaltikum fängt die Art im untersten Teil des Echinosphæritkalks C<sub>1</sub>a an, hat aber ihre Hauptverbreitung im echten Echinosphæritenkalk C<sub>1</sub>b.

*Illænus oblongatus* A.

*Vorkommen.* Zwei von G. HOLM bestimmte Exemplare kommen im Chironkalk, Geschiebe Önningby Nr. 4, vor.

Fest anstehend kommt die Art im Ostbaltikum in dem ganzen Schichtenkomplex C vor. In Schweden ist die Art nur im Chasmopskalk gefunden worden.

*Illænus centrotus* DM.

*Vorkommen.* Ein Exemplar in Asaphuskalk, Geschiebe Ekeby Nr. 2. Fest anstehend ist die Art nach HOLM im Asaphuskalk zuhause.

*Ampyx nasutus* DM.

*Vorkommen.* Im Asaphuskalk in den Geschieben Söderön Nr. 1 und Ekeby Nr. 108.

Fest anstehend gehört die Art dem Asaphuskalk an.

*Telephus* sp.

Ein ziemlich gutes bestimmbares Exemplar liegt vor.

ANGELIN hat drei *Telephus*-arten beschrieben, *T. granulatus*, *bicuspis* und *Wegelini*. Von diesen ist *T. Wegelini* sowohl von LINNARSSON<sup>2</sup> wie von TÖRNQVIST<sup>3</sup> für mit dem böhmischen *T. fractus* BARR. identisch

<sup>1</sup> Die ostbaltischen Illæneniden.

<sup>2</sup> Jemförelse mellan de siluriska aflagringarne i Dalarne och Westergötland. Seite 350. Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. Årg. 28. 1871.

<sup>3</sup> Siljansområdets Trilobitfauna. Seite 89, 90. S. G. U. Ser. C. Nr. 66.

erklärt worden. HOLM<sup>1</sup> hält die beiden Arten *T. granulatus* und *bicuspis* für identisch, zieht den Namen *bicuspis* vor und konstatiert, dass die ihm bekannten Exemplare mit ANGELINS Figur dieser Art am meisten übereinstimmen. Auch liefert dieser Verfasser in mehreren Hinsichten Aufschlüsse über die Art. Die Frage wird ganz nebenbei behandelt, und eine Figur wird nicht gegeben. Es gibt also bis jetzt keine bessere Figur als diejenige ANGELINS, und ich habe jetzt auch keine Gelegenheit, die beschriebenen Arten zu revidieren, weshalb ich die hier vorliegende Art unbestimmt lassen muss.

*Vorkommen.* Allein im grauen Kalk, Geschiebe Nyby Nr. 1, welches in der Tabelle als Chironkalk angeführt wird, aber auch aus Chasmopskalk bestehen kann.

*Telephus fractus* BARR. kommt nach TÖRNQUIST im schwarzen Truncleusschiefer vor, *T. bicuspis* A. gehört dem Ogygiaschiefer an, und eine *Telephus* sp. wird von MOBERG<sup>2</sup> aus dem gleichalterigen Chironkalk auf Öland erwähnt.

#### *Agnostus* sp.

*Vorkommen.* Im Planilimbatakalk in den Geschieben Limön Nr. 5 und 8, Raggarön Nr. 1, Galgbacken Nr. 33, Bilan Nr. 5, Wattholma Nr. 1 und Björns hög Nr. 1.

#### *Trilobit.*

Pl. VII. Fig. 15.

*Vorkommen.* In Planilimbatakalk im Geschiebe Limön Nr. 1.

#### Ostracoden.

*Vorkommen.* Ostracoden kommen im Asaphuskalk in den Geschieben Torrön Nr. 5 und Ekeby Nr. 110 und im Platyurskalk in den Geschieben Bilan Nr. 32, 33, 34 und 57, Salsta Nr. 10 und Grisslehamn Nr. 61 vor.

#### Cephalopoden.

Herr Professor G. HOLM hat gütigst die Bestimmung der Cephalopoden ausgeführt, wofür ich ihm meinen besten Dank sage.

#### *Orthoceras conicum* HIS.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk in den Geschieben Bilan Nr. 36, 40 und 44, Grisslehamn Nr. 60 und 66, Trästa Nr. 4 und St. Torrön Nr. 1.

<sup>1</sup> Paläontologische Notizen 4. G. F. F. Bd. 19 1887. Seite 462 und G. S. U. Ser. C. Nr. 176. Seite 16.

<sup>2</sup> S. G. U. Ser. A 1, a. Seite 109.

Fest anstehend kommt die Art wenigstens im Platyuruskalk vor, denn im Museum der Geologischen Landesuntersuchung kommt ein von G. HOLM bestimmtes Exemplar aus diesem Niveau vor.

*Orthoceras scabridum* A.

*Vorkommen.* Im Platyuruskalk, Geschiebe Trästa Nr. 4.

Über das Vorkommen der Art in fest anstehendem Gestein weiss ich keine sicheren Angaben, aber das betreffende Geschiebe dürfte ganz sicher zum Platyuruskalk gehören.

*Orthoceras tortum* A.

*Vorkommen.* Im Platyuruskalk in den Geschieben Bilan Nr. 41, 43, 53, 58 und 60, Nodsta Nr. 3 und 4, Långboda Nr. 1 und 2, Ekeby Nr. 103, Elmsta Nr. 1 und Sunnersta Nr. 4.

Fest anstehend ist die Art häufig im Platyuruskalk.<sup>1</sup>

*Rhynchortoceras Angelini* BOLL.

*Vorkommen.* Im Platyuruskalk in den Geschieben Bilan Nr. 35, Långboda Nr. 1, Ekeby Nr. 128 und Spångtorpet Nr. 5.

Fest anstehend ist die Art im Platyuruskalk vorhanden.<sup>2</sup>

*Endoceras vaginatum* SCHLOTH.

*Vorkommen.* Im Limbatakalk in den Geschieben Limön Nr. 45, Bönan Nr. 13 und Kalfudden Nr. 1.

Fest anstehend kommt die Art nach G. HOLM<sup>3</sup> auf dem Kinnekulle im oberen roten Teil seines Vaginatenskalks vor, also etwa im oberen Asaphuskalk und Gigaskalk. Im Museum der Geologischen Landesuntersuchung finden sich von HOLM bestimmte Exemplare aus dem Asaphuskalk bei Halludden auf Öland. In der Beschreibung der Section 5, S. G. U. Ser. A 1, a wird die Art aus Limbatakalk, unterem und oberem Asaphuskalk angeführt.

Die vertikale Verbreitung der Art dürfte also vom oberen Teil des Limbatakalks bis in den Gigaskalk reichen.

*Endoceras Wahlenbergi* FOORD.

*Vorkommen.* Im Limbatakalk in den Geschieben Eggegrund Nr. 15 und Ekeby Nr. 114 und im Platyuruskalk, Geschiebe Beateberg Nr. 1.

<sup>1</sup> J. CHR. MOBERG. Anteckningar om Ölands Ortoceralk. S. G. U. Ser. C. Nr. 109. Seite 15.

<sup>2</sup> S. G. U. Ser. A 1, a Nr. 5. Seite 108.

<sup>3</sup> Kinnekulle. S. G. U. Ser. C. Nr. 172. Seite 50 und 54.

Fest anstehend dürfte die Art wenigstens im ganzen Asaphuskalk und im Gigaskalk verbreitet sein, denn HOLM<sup>1</sup> führt die Art aus grauem und rotem Vaginatenkalk an.

*Endoceras (Suecoceras) Barrandei* DEW.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk in den Geschieben Ängskär Nr. 8, Spångtorpet Nr. 3 und St. Torrön Nr. 1 und im Chironkalk, Geschiebe Grisslehamn Nr. 27.

Fest anstehend kommt die Art nach HOLM<sup>2</sup> im roten Lituirkalk, also Platyurskalk vor.

*Endoceras (Suecoceras) recurvum* HM.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk, Geschiebe Ängskär Nr. 7.

Fest anstehend kommt die Art nach HOLM<sup>2</sup> im Platyurskalk vor.

*Endoceras (Nanno) belemnitifforme* HM.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk im Geschiebe Spångtorpet Nr. 4.

Fest anstehend im roten und grauen Lituirkalk,<sup>3</sup> also Platyurs- und Chironkalk.

*Baltoceras Burchardii* DEW.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk im Geschiebe Kragsta Nr. 2.

Fest anstehend in Lituirkalk auf Öland und in Dalarne.<sup>3</sup> Im Museum der Geologischen Landesuntersuchung liegt ein Exemplar aus Chironkalk vor.

*Lituiles latus* A.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk im Geschiebe Bilan Nr. 48.

*Lituiles sp.*

*Vorkommen.* Im Platyurskalk in den Geschieben Långboda Nr. 1, Grisslehamn Nr. 62, 64 und 65.

*Cyrtoceras sp.*

*Vorkommen.* Im Platyurskalk in den Geschieben Bilan Nr. 47 und 54.

<sup>1</sup> Kinnekulle Seite 48 und 50.

<sup>2</sup> Om Apikaländen hos *Endoceras*. G. F. F. Bd. 18 H. 5. 1896 und S. G. U. Ser. C. Nr. 163.

<sup>3</sup> HOLM. Paläontologiska Notiser 2. G. F. F. Bd. 19. H. 3. 1897. Seite 172 und S. G. U. Ser. C. Nr. 176.

## Gastropoden.

*Eccyliopterus alatus* F. ROEM.

Auch diese Art ist von Herrn Professor G. HOLM bestimmt worden.

*Vorkommen.* Im Platyurskalk, Geschiebe Bilan Nr. 37.

In fest anstehenden Schichten ist die Art wenigstens im Platyurskalk gefunden worden, denn zu diesem Glied gehört ein Exemplar im Museum der Geologischen Landesuntersuchung.

## Conularia.

*Conularia* sp.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Ekeby Nr. 55, aus grauem Kalk mit braungelben Körnchen, also wahrscheinlich Chironkalk.

## Brachiopoden.

*Lycophoria nucella* DM.

*Vorkommen.* In grauem Asaphuskalk in den Geschieben Torrön Nr. 5 und Djuphagen Nr. 8.

Fest anstehend ist die Art häufig im Asaphuskalk auf beiden Seiten der Ostsee.

*Orthis calligramma* DM.

Pl. VII. Fig. 28—30.

Die Schlosslinie scheint mir etwas länger als gewöhnlich zu sein, sonst stimmt das Exemplar gut zu dieser Art. Die Zahl der Rippen ist 36.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Stabby Söderby Karl Nr. 2, welches wahrscheinlich grauer Asaphuskalk ist.

Fest anstehend geht die Art im Ostbaltikum nach WYSOGORSKI<sup>1</sup> bis in die obere Linsenschicht des Echinosphæritenkalks hinauf, hat aber ihre Hauptverbreitung im Vaginatenkalk.

*Strophomena Fentzschii* GAGEL.

Mein Exemplar stimmt mit Exemplaren aus dem Konglomerat mit *Strophomena Fentzschii* überein.

<sup>1</sup> Zur Entwicklungsgeschichte der Brachiopodenfamilie der Orthiden. Z. d. D. g. G. Jahrg. 1900. H. 2. Seite 10.



*Vorkommen.* In rotem Asaphuskalk, im Geschiebe Ekeby Fest anstehend hat J. GUNNAR ANDERSSON<sup>1</sup> die Art an m Stellen im unteren Asaphuskalk auf Öland gefunden.

*Leptæna oblonga* PAND.

*Vorkommen.* Zusammen mit *Nileus armadillo* im Geschieb backen Nr. 18, welches wie Chironkalk aussieht, aber auch Chasm sein könnte.

Fest anstehend ist die Art nach FR. SCHMIDT häufig im Echir ritenkalk.

*Leptæna sp.*

*Vorkommen.* Im Chironkalk, Geschiebe Trästa Nr. 2.

---

<sup>1</sup> Über cambrische und silurische phosphoritführende Gesteine aus Schweden.

Verzeichnis der zur Abteilung Orthocerenkalk gehö-  
tabellarischen Übersichten.

- N:r 1. Planilimbatakalk.
- N:r 2. Limbatakalk.
- N:r 3. Asaphuskalk und Gigaskalk.
- N:r 4. Platyuruskalk.
- N:r 5. Chironkalk.

U

verschiedenen Geschieben.

Lagegrund										Raggårn	Åsen Walsala	Ångskär	Ö. Edsvik
3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	2	3	4	5

1													
							1						
		1	2	1	1	4	6		1	4			
		1							4				
							1						
									1	1			
1	1					2	1						







### Arten in den verschiedenen Geschieben.

5.

[illegible]

2.

*alaspis gigas* A. 1 Ex.

*oceras* sp. 1 Ex.

*acoda* 2 Ex.,

t, enthält 2 Exemplare von *Asaphus aculeatus* n. sp.

Tabellarische Übersicht über das Vorkommen c  
Asaphusk

Fundort	Rödbo	Skaten	Blöka	Ersholmen	Broby	Norrskedika	Torrön	Galgbacken			
Geschiebe Nr.	8	8	4	1	3	4	1	25	5	15	6
<i>Phacops sclerops</i> DM.			1								
<i>Cyrtometopus clavifrons</i> DM.											
<i>Megalaspis acuticauda</i> A.											
<i>heros</i> A.											
<i>rudis</i> A.								1			
<i>Asaphus expansus</i> L.											
<i>raniceps</i> DM.		1			1						
<i>cornutus</i> PAND.				1							
<i>uplandicus</i> n. sp.									1		
<i>Ptychopyge angustifrons</i> DM.	1										
<i>Ptychopyge</i> sp.											
<i>Nilens armadillo</i> DM.		2									
<i>Symphysurus palpebrosus</i> DM.	2										
<i>Niobe frontalis</i> DM.	1			1							
<i>Illænus centrotus</i> DM.											
<i>Esmarki</i> SCHLOTH.		1				1	1			1	
<i>Ampyx nasutus</i> DM.											
<i>Ostracoda</i>								3			
<i>Lycophoria nucella</i> DM.							1				
<i>Orthis calligramma</i> DM.											
<i>Strophomena Fentzschii</i> GAGEL.											
Finder und Museum, wo das Geschiebe aufbewahrt wird.	Auctor M. U.	Otterborg M. U.	Auctor M. U.	G. Kraft M. U.	Auctor M. U.				G. Helsing M. U.		
M. U. = Museum Upsala.											
M. H. = Museum Helsingfors.											

Gigask

Das Geschiebe Risslingby Nr. 2 enthält 2

2

(

und das Geschiebe Trästa Nr. 20, welches vielleicht hierherge



4





0









## Chasmopskalk.

### Die Gesteine.

Der Chasmopskalk kommt im Nordbaltikum nur als Geschiebe vor.

*Der ältere Chasmopskalk* kann petrographisch nicht sicher vom Chironkalk unterschieden werden. Als Regel gilt zwar, dass der Chasmopskalk krystallinischer, härter und zäher ist als der Chironkalk, der wieder mehr erdig ist, aber Ausnahmen sind häufig genug, um jede Bestimmung unsicher zu machen, die nicht auf den paläontologischen Inhalt der Geschiebe gegründet ist.

Die Entwicklung des nordbaltischen Chasmopskalks ist ganz baltisch, er besteht also nicht mehr oder weniger aus Schiefer mit eingelagerten Bänken und Knollen aus unreinem Kalk wie in Öster- und Westergötland oder Jemtland, sondern ist ein reiner hellgrauer Kalkstein, der am meisten an dieselbe Schicht bei Böda auf Öland erinnert. Cystoideenbänke wie bei Böda habe ich aber niemals beobachtet.

Auch die entsprechenden Schichten im Ostbaltikum, natürlich mit Ausnahme des Brandschiefers mit seinen Kalkbänken, zeigen, soweit ich betreffs derselben Erfahrung habe, grosse Übereinstimmung mit dem nordbaltischen Gestein.

Der ältere Chasmopskalk in Dalarne hat auch baltisches Gepräge, ist aber meistens dunkler.

*Der Macrouruskalk* oder jüngere Chasmopskalk kommt im Nordbaltikum als ziemlich grosse Seltenheit vor, und es sind nur einige wenige Geschiebe gefunden worden. Das Gestein hat ganz dasselbe Aussehen wie der typische Macrouruskalk auf Öland und Gotska Sandön.

### Die Fauna.

#### Trilobiten.

##### *Phacops exilis* EICHW.

Pl. VII. Fig. 1—5.

Von dieser Art, welche im nordbaltischen Chasmopskalk recht häufig ist, liegen 17 Exemplare, Köpfe und Pygidien, vor. Ich habe in Petersburg mehrere Exemplare mit FR. SCHMIDTS Originalmaterial verglichen, und die Übereinstimmung ist vollständig.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 5, 57 und 78, Fanton Nr. 3, Harg Nr. 2, Höganäs Nr. 10, Kristine-

holm Nr. 2, Norrskedika Nr. 26, Salsta Nr. 3 und 5, Sunnersta Nr. 2 und 3, Ö. Edsvik Nr. 12, 22 und 27.

Fest anstehend kommt die Art nach SCHMIDT im Echinosphæritekalk und besonders im Brandschiefer und entsprechenden Schichten im Ostbaltikum vor. In Schweden ist die Art bis jetzt noch nicht fest anstehend gefunden worden.

*Phacops Panderi* FR. SCHM.

Ein Pygidium, welches ich in Petersburg bestimmt habe.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk im Geschiebe Ekeby Nr. 7

Fest anstehend ist die Art nach SCHMIDT im Echinosphæritekalk im Ostbaltikum zuhause. TÖRNQUIST führt diese Art aus dem Chasmopskalk, wahrscheinlich dem Cystideenkalk in Dalarne, an.

*Chasmops Wrangeli* FR. SCHM.

Pl. VII. Fig. 6, 7.

Das Exemplar gehört dem Museum des Geologischen Instituts Helsingfors und ist erst nach meinem letzten Besuch in Petersburg meine Hände gekommen; ich habe es also nicht mit dem Originalmaterial vergleichen können. Da aber das Stück von der Figur (Taf. II, Fig. 10 Revision 1) FR. SCHMIDTS etwas abweicht, so habe ich die hier gelieferten Figuren meinem verehrten Gönner in Petersburg übersandt, der bei ersten Blick die Art erkannte und meine Bestimmung bestätigte.

Die Glabella ist vorne viel breiter als an der Originalfigur, aber doch noch schmaler als die ganze Länge des Kopfschildes.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk im Geschiebe Saltvik Nr. 1.

Fest anstehend kommt die Art in der Itferschen Schicht vor, w 1881 nur zwei Exemplare gefunden worden waren.

*Chasmops maximus* FR. SCHM.

Ein Kopf und mehrere Pygidien. Schon die Grösse der Exemplare weist auf diese Art hin, und sie stimmen auch gut mit SCHMIDTS Figuren und Beschreibung überein.

*Vorkommen.* Im Macrouruskalk in den Geschieben Mälby Nr. 1 und Norrskedika Nr. 12.

Im Ostbaltikum gehört die Art der Jeweschen Schicht (D) an. In Schweden ist sie in Dalarne von TÖRNQUIST in dem jüngsten Glied des dortigen Chasmopskalkes, der s. g. Bryozoenschicht, gefunden worden. In einem Glied, welches wohl eben dem öländischen Macrouruskalk entsprechen dürfte. Aus dem öländischen Macrouruskalk wird die Art von MOBERG<sup>1</sup> angeführt.

<sup>1</sup> S. G. U. Ser. A 1, a. Nr. 5.

*Chasmops sp.*

*Vorkommen.* Nicht näher bestimmbare *Chasmops*-Exemplare kommen im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Marum Nr. 1, Rosenbergs Nr. 4 und Simpнас Nr. 1 vor.

*Chirurus sp.*

*Vorkommen.* Nicht näher bestimmbare Glabellen kommen in den Geschieben Höganäs Nr. 10 und Söderby Singön Nr. 2 vor.

*Cybele adornata* TQT.

Pl. VII. Fig. 13 und 14.

Ein Kopfschild, welches ich in Lund mit TÖRNQUISTS Exemplaren verglichen habe.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk Geschiebe Mälby Nr. 30.

Fest anstehend kommt die Art nach TÖRNQUIST in Dalarne im Chasmopskalk, wahrscheinlich dem Cystideenkalk, vor.

*Lichas bottniensis n. sp.*

Pl. VII. Fig. 16.

Ein einziges Exemplar der Glabella liegt vor. Nach dieser zu urteilen, steht die Art der *Lichas docens* sehr nahe. Wölbung und Randsaum verhalten sich wie bei dieser Art, und das tun auch zum grössten Teil die Furchen. Die Biegung der ersten Seitenfurchen ist aber nicht kontinuierlich, sondern im vorderen Teil etwas wellig. Die unvollständige zweite Seitenfurchung mündet nicht wie bei *L. docens* am Vorderende des Augendeckels, sondern etwa an der Mitte derselben. Der kleine dritte Seitenlobus ist mit seinem äusseren Ende etwas mehr nach hinten gerichtet als bei *L. docens*. Auch sind die Augenloben etwas breiter als bei dieser Art. Die Skulptur ist ganz dieselbe. Es könnte berechtigt erscheinen, die hier beschriebene Form als eine Varietät der *Lichas docens* aufzufassen, aber teils kennt man von keiner der Arten das Pygidium, und teils ist das Niveau zu verschieden, für *L. bottniensis* Chasmopskalk und für *L. docens* die Lyckholmer Schicht, und die *Lichas*-Arten haben im allgemeinen eine sehr beschränkte vertikale Verbreitung.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk, Geschiebe Ö. Edsvik Nr. 6.

*Lichas conicotuberculata* NIESZK.

Eine Glabella mit Nackenfortsatz, die mit SCHMIDTS Beschreibung und Figuren gut übereinstimmt.



*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk Geschiebe Öster Edsvik Nr. 29. Fest anstehend ist die Art für die Kuckersche Schicht sehr bezeichnend und kommt auch in den obersten Schichten des Echinosphæritenkalks vor. Auch in Norwegen gehört die Art dem Chasmopskalk an.<sup>1</sup>

*Lichas proboscidea* DAMES.

Zwei Glabellen dieser charakteristischen Art liegen vor. Diese stimmen genau mit DAMES' Figuren überein und haben auch Teile des nach vorne gerichteten Fortsatzes erhalten.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben G:la Upsala Nr. 2 und Haraldsby holme Nr. 2.

Fest anstehend ist die Art noch nicht gefunden worden. DAMES,<sup>2</sup> welcher die Art aus Geschieben beschrieben hat, gibt das Gestein als Orthocerenkalk an. Das Pygidium aber, welches DAMES mit den Köpfen von *L. proboscidea* kombiniert, und von welchen zwei Exemplare zusammen mit den Köpfen gefunden worden sind, gehört nach FR. SCHMIDT zu *Lichas deflexa* SJÖGR., und diese Art ist in der Kegelschen Schicht in Estland und im Macrouruskalk auf Öland zuhause. Das nordbaltische Gestein kann aber nicht Macrouruskalk sein, demnach muss die Art im Nordbaltikum im älteren Chasmopskalk vorkommen. DAMES' Bestimmung als Orthocerenkalk ist also unrichtig. Wahrscheinlich ist sie nur nach dem Aussehn des Gesteins gemacht, und da ist ja eine Verwechselung leicht möglich, besonders wenn auch DAMES' Gestein aus älterem Chasmopskalk besteht. DAMES gibt keine anderen Versteinerungen an, worauf seine Bestimmung gegründet sein könnte.

*Lichas sp.*

*Vorkommen.* Ein nicht näher bestimmbares Kopfschild im Macro-uruskalk, Geschiebe Mälby Nr. 1.

*Remopleurides sp.*

Acht Mittelschilde des Kopfes liegen vor. Sie können zwei verschiedene Arten repräsentieren, denn die zungenförmige Verlängerung ist bald schmal wie bei *R. dorsospinifer* PORTL., bald breiter wie bei *R. latus* OLIN. Die Exemplare sind klein und etwas mehr gewölbt als bei der letzten Art. Seitenfurchen sind nicht vorhanden, höchstens sind sie durch Färbung angegeben.

*Vorkommen.* In den Geschieben Höganäs Nr. 10, Rosenbergs Nr. 5, Rödbo Nr. 5, Salsta Nr. 2, Sneslingekulla Nr. 1, Söderby Singön Nr. 1, Öster Edsvik Nr. 4 und 5.

<sup>1</sup> BRÖGGER in FR. SCHMIDT. Revision 2.

<sup>2</sup> Z. d. D. g. G. 1877. Bd 29. Seite 800.

*Asaphus prætextus* TQT.

Pl. V. Fig. 5, 6. Pl. VI. Fig. 9, 10, 12, 13.

1884. *Asaphus prætextus* TÖRNQUIST. Siljansområdets Trilobitfauna p. 73. Tab. III. Fig. 6, 7.  
1890. *Asaphus ornatus* POMPECKI. Trilobitf. Ost- und Westpr. Diluvialgeschiebe Taf. 6. Fig. 3—7.  
1898. *Asaphus ornatus* FR. SCHMIDT. Revision V, 1. Seite 25.  
1901. *Asaphus ornatus* FR. SCHM. Revision V, 2. Seite 68. Taf. 6. Fig. 6—13. Taf. 12. Fig. 25, 26.

Zehn Exemplare, worunter mehrere ganze, liegen vor. SCHMIDT ist betreffs der Identität von *A. prætextus* TQT. mit *A. ornatus* POMP. unsicher, weil TÖRNQUISTS Original nicht befriedigend ist. Aus Dalarne ist die Art bisher noch unvollständig bekannt, aber TÖRNQUIST hat mir mitgeteilt, dass es ihm höchst wahrscheinlich vorkommt, dass die beiden Arten identisch sind; indessen hat er weder russische Exemplare noch POMPECKIS Original gesehen. Die Wahrscheinlichkeit für diese Identität der beiden Arten hat meines Erachtens dadurch sehr zugenommen, dass in einem Dalarne so benachbarten Gebiet wie das nordbaltische mehrere Exemplare gefunden worden sind, welche sich als mit *A. ornatus* POMP. identisch erwiesen haben. Ich habe nämlich in Petersburg zusammen mit Akademiker FR. SCHMIDT mehrere meiner besten Exemplare mit ostbaltischen Exemplaren von *A. ornatus* POMP. verglichen, und die Identität mit diesen war unzweifelhaft. Ich habe TÖRNQUISTS Original hier und bin nach einem Vergleich mit meinen sehr schönen Exemplaren von der Identität überzeugt.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Alby Nr. 1, Ekeby Nr. 77, Galgbacken Nr. 31 und 32, Harg Nr. 2, Risslingby Nr. 1, Stabby Söderby Karl Nr. 7 und 8, Ö. Edsvik Nr. 4 und 13.

Fest anstehend kommt die typische Form im Ostbaltikum im oberen Echinosphæritenkalk vor. In Dalarne ist die Art im Cystideenkalk gefunden.

*Asaphus ludibundus* TQT.

Pl. VI. Fig. 3—5.

Sechs Exemplare liegen vor, alle von den Ålandsinseln.

Die Exemplare stimmen mit Exemplaren aus dem Ostbaltikum und Dalarne überein.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Bolstaholm Nr. 1, Posta Nr. 3 und 5, Åland Nr. 4 und 5 und Öfverby Nr. 1.

Fest anstehend ist die Art in mehreren Gebieten in Schweden und im Ostbaltikum in Chasmopskalk und entsprechenden Schichten gefunden worden.

*Asaphus Robergii* n. sp.

Pl. V. Fig. 3 und 4.

Nur das abgebildete Exemplar liegt vor.

Der Kopf ist dreieckig, ziemlich gewölbt, doppelt so breit wie lang. Die Glabella ist niedrig und reicht bis zum Randsaum. Von Loben ist keine Spur zu sehen. Kein Nackenring und nur schwach angedeutete Dorsalfurchen. Die Augen sind gross und hoch gestielt, ihre Höhe ist grösser als ihre Länge. Die Entfernung der Augen vom Vorderrand ist gleich der äusseren Höhe derselben, sechs Mal so lang wie die Entfernung derselben vom Hinterrand. Sie stehen also sehr weit nach rückwärts. Der hintere Teil der Facialsutur geht zuerst grade nach der Seite, macht dann ein stumpfes Knie und verläuft etwa gradlinig zum Hinterrand. Der vordere Teil wendet sich wie gewöhnlich nach aussen und vorne, um in der Nähe des Vorderrandes sich in steilem Bogen umzubiegen und sich vorne mit der Facialsutur der anderen Seite unter stumpfem, wenig vorspringendem Winkel zu verbinden. Die Entfernung der äusseren Krümmungspunkte ist der Länge des Kopfes gleich. An der Oberfläche ist die Spur des Umschlages nicht zu erkennen.

Die Schalenoberfläche des Kopfes ist fein punktiert.

Der Thorax zeigt eine ziemlich flache breite Rhachis. Die Thoraxglieder sind flach und an den Enden quer abgeschnitten. Auch die Thoraxglieder sind punktiert.

Das Pygidium ist halbkreisförmig, hinten etwas abgestutzt. Länge und Breite verhalten sich wie 2 : 3. Die Rhachis ist mässig hoch, endet stumpf und nimmt  $\frac{3}{4}$  der Länge des Pygidiums ein. An der Rhachis sind 5 und an den Seiten 4 schwach angedeutete Glieder zu erkennen.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Simpnäs Nr. 5.

Fest anstehend ist die Art nicht gefunden worden. Das Gestein scheint älterer Chasmopskalk zu sein, könnte aber auch Chironkalk sein.

*Asaphus Wahlenbergii* n. sp.

Pl. VI. Fig. 14 und 15.

Ein einziges von G. WAHLENBERG gefundenes Stück liegt vor, dasselbe, dessen Etikette auf Seite 16 im ersten Teil dieser Arbeit abgebildet ist.

Das Kopfschild halbmondförmig, vorne spitz, doppelt so breit wie lang mit spitzen Hinterecken, die sowohl vorne wie hinten konvex sind. Die Glabella flach gewölbt birnförmig, nach vorne stark abfallend. Sie erreicht nicht ganz den Vorderrand.

Der hintere Teil der Glabella zeigt an den Seiten eine schwache Nackenfurche. Die Dorsalfurchen sind hinten ganz verwischt, vorne aber

sind sie deutlich und zeigen auch eine den Umschlag markierende Vertiefung. Der Umschlag ist an der Aussenseite angedeutet.

Die Augen sind hoch, abgestumpft konisch. Die Sehfläche ist doppelt so hoch wie die Augenbasis, die sich aus ebener Grundlage erhebt. Schief vor dem Auge auf beiden Seiten der Facialsutur liegt eine kleine Erhöhung, die auf beiden Figuren zu sehen ist. Der Abstand der Augen vom Vorderrande beträgt das  $1\frac{1}{2}$ -fache ihrer Länge. Hinten erheben sich die Augen direkt am Hinterrand, der hier etwas mehr als gewöhnlich eingeschweift ist.

In Folge dieser Lage der Augen fängt auch der hintere Teil der Facialsutur eher an, auf die Augen hinaufzusteigen. Vor den Augen verläuft die Suture wie gewöhnlich. Die Entfernung der äussersten Krümmungspunkte ist der Kopflänge und der Entfernung der Aussenseiten der Augen gleich.

Die Skulptur besteht in einer feinen Punktierung und feinen Terrassenlinien an den Wangenecken und am vorderen Teil der Glabella.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Håga Nr. 1. Fest anstehend ist die Art nicht gefunden, und das Gestein kann ebenso gut ein grauer Orthocerenkalk wie älterer Chasmopskalk sein.

*Asaphus fennicus n. sp.*

Pl. VI. Fig. 14.

Drei Exemplare liegen vor, alle ganz klein. Das grösste hier abgebildete Exemplar ist 13 mm lang.

Die Form des ganzen Tiers ist länglich oval. Länge und Breite verhalten sich wie 3:2. Die Breite ist über der Mitte des Thorax gemessen. Der Kopf ist etwa halbkreisförmig, die Hinterecken in Hörner ausgezogen, welche das vierte Thoraxglied erreichen. Der Hinterrand ist gradlinig, der Nackenring deutlich und gewölbt. Die Glabella ist flach gewölbt, birnförmig, der Länge nach horizontal bis vor den Augen. Zwischen den Augen ist sie zusammengeschnürt, und hier findet sich jederseits eine schwache Grube.

Die Augen sind niedrig, mit gewölbter Cornea, die über die kleinen etwas ansteigenden Augendeckel hervortritt. Die Länge der Augen ist etwas grösser als ihre Entfernung vom Vorderrand. Hinten erheben sie sich fast direkt aus dem Nackenring. Der hintere Teil der Facialsutur läuft schräg seitwärts nach hinten, vor den Augen wie gewöhnlich.

Die Hörner der freien Wangen sind nicht abgesetzt, sondern ihre Begrenzung bildet mit den Vorder- und Hinterrändern kontinuierliche Linien. Der Kopf ist im Verhältnis zum Thorax sehr breit, so dass die Hörner weit vom Thorax zu liegen kommen.

Der Thorax hat flache Rhachisglieder, die reichlich mit Terrassenlinien verziert sind. Die Gelenkfurchen sind bei ausgestreckter Lage

sichtbar. Die Rhachis ist ebenso breit wie die Seitenteile der Pleuren, welche an den Enden quer abgeschnitten sind.

Das Pygidium ist beinahe zweimal so breit wie lang, etwas dreieckig. Dorsalfurchen deutlich und die Rhachis sich scharf abhebend, undeutlich gegliedert. Die Oberfläche zeigt in der Duplikaturgegend quer verlaufende Terrassenlinien. Der Umschlag ist *Megalaspis*-artig schmal.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk, Geschiebe Haraldsby Nr. 1 auf Åland.

Fest anstehend nicht bekannt.

### *Symphysurus superstes* OLIN.

Ein einziges Pygidium liegt vor. Bei dem ersten Blick in OLINS<sup>1</sup> Arbeit erkannte ich das charakteristische Pygidium dieser Art.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk, Geschiebe Rosenbergs Nr. 4.

Fest anstehend hat OLIN die Art in Chasmops- und Trinucleusschichten in Schonen angetroffen.

### *Holometopus nitens* n. sp.

Pl. VII. Fig. 19, 20.

Ein Kopfschild und zwei Pygidien liegen vor.

Der Kopf ist halbmondförmig, doppelt so breit wie lang, vorne ganz abgerundet und flach gewölbt, von einem fadenförmigen erhöhten Rande umgeben. Die Hinterecken der Wangen sind in kurze breite Hörner ausgezogen. Die Glabella ist wenig hervortretend, urnenförmig und erstreckt sich bis an den fadenförmigen Vorderrand. Keine Loben an der Glabella. Nackenring deutlich abgesetzt.

Die Augen sind klein und erheben sich ganz am Hinterrand. Der vordere Teil der Facialsutur läuft zuerst schräg nach aussen und vorne, biegt sich aber kurz vor dem Rand etwas nach vorne und trifft in dieser Richtung den Rand. Der hintere Teil hat denselben Verlauf wie bei *Asaphus*.

Die Oberfläche ist glänzend glatt und zeigt keine andere Ornamentik als dicht stehende, sehr feine, eingedrückte Punkte.

Das Pygidium ist halbkreisförmig, relativ mehr gewölbt als der Kopf und nicht doppelt so breit wie lang. Die Rhachis ist spitz, und die Seitenteile sind so stark gewölbt, dass am Ende des Rachis eine kleine, seichte Rinne entsteht. Infolge dieser Wölbung treten auch die Dorsalfurchen relativ stark hervor. Die Gliederung der Rachis ist durch die Farbe deutlich markiert. Die Skulptur wie am Kopfe.

<sup>1</sup> Om de Chasmopskalken och Trinucleusskiffern motsvarande bildningarne i Skåne. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. B. I. 17. Meddelande från Lunds geologiska Fältklubb. Ser. B. Nr. 1. Lund 1906.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 11 und 81 und Erikslund Nr. 1.

Fest anstehend ist die Art nicht gefunden worden.

*Ptychopyge (Basilicus) sp.*

Pl. VII. Fig. 22.

Nur ein einziges Pygidium ist vorhanden. Bei einem Besuch in Königsberg habe ich versucht, das Original zu POMPECKIS *Holometopus radiatus* zu Gesicht zu bekommen, aber es konnte nicht gefunden werden. Nach der Figur zu urteilen, dürfte das Exemplar zu unvollständig sein, um eine sichere Bestimmung zu erlauben. Es scheint mir jedoch, als ob das Königsberger Exemplar wie das hier abgebildete eine *Basilicus*form wäre, z. B. *B. kuckersianus* FR. SCHM. Auch die aus Terrassenlinien bestehende Ornamentik spricht zu Gunsten dieser Vermutung.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk, Geschiebe Simpnäs Nr. 1.

*Illænus crassicauda* WBG.

Zwei Pygidien liegen vor. Diese stimmen mit dem im hiesigen Museum befindlichen Original WAHLENBERGS gut überein. Die einzige Art, womit nach G. HOLM<sup>1</sup> eine Verwechselung möglich wäre, ist *Illænus intermedius*, aber die für diese Art charakteristische Skulptur des hinuntergebogenen Teils des Pygidiums ist nicht vorhanden.

*Vorkommen.* In den Geschieben Grisslehamn Nr. 25 und Ö. Edsvik Nr. 24.

Fest anstehend ist die Art nach HOLM in den Grenzschichten zwischen Orthocerenkalk und Chasmopskalk nicht selten und steigt in den Chasmopskalk hinauf. In Estland ist die Art im oberen Teil des Echinosphæritenkalks und im Brandschiefer gefunden worden.

*Illænus fallax* HM.

Pl. VIII. Fig. 16, 17.

Professor G. HOLM hat meine Bestimmung bestätigt.

Das einzige vorliegende Exemplar ist das abgebildete. Der Kopf ist vorne etwas beschädigt, was sich jedoch bei der abgebildeten Lage derselben kaum bemerkbar macht. Am Pygidium ist ein Stückchen wegpräpariert worden, um den Umschlag zu zeigen.

*Vorkommen.* Im Macrouruskalk, Geschiebe Björktögen Nr. 7.

Fest anstehend nur in Schweden, wo sie nach HOLM sowohl in Chasmops- wie Leptænakalk vorkommt.

<sup>1</sup> FR. SCHMIDT. Revision 3. Seite 72.

*Illænus oblongatus* A.

*Vorkommen.* Im Macrouruskalk Geschiebe Ekeby Nr. 17.

Fest anstehend kommt die Art im Ostbaltikum in dem ganzen Schichtenkomplex C vor. In Schweden ist die Art nur im Chasmopskalk gefunden worden.

*Illænus Schmidtii* NIESZK.

Fünf Exemplare liegen vor. Das von G. C. v. SCHMALENSÉE eingesammelte Exemplar aus Mariehamn auf Åland, welches der Geologischen Landesuntersuchung gehört, ist von G. HOLM bestimmt worden.

Die spitzen Hinterecken der freien Wangen und die platten dreieckigen Pygidien verleihen dieser Art ein sehr charakteristisches Aussehen, und mein ganzes Material stimmt in dieser und anderen Beziehungen mit HOLMS Figuren und Exemplaren dieser Art überein.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Haraldsholme Nr. 10, Höganäs Nr. 12, Kristineholm Nr. 2, Mariehamn Nr. 6 und Söderby Singön Nr. 2.

Fest anstehend gehört die Art nach HOLM dem ostbaltischen Echinosphæritenkalk an. Ein paar Exemplare sind schon so tief wie in der unteren Linsenschicht gefunden worden, die Hauptverbreitung aber fällt in den oberen Teil, C 1. b, des Echinosphæritenkalks. In Schweden ist die Art bis jetzt nicht gefunden worden.

*Illænus parvulus* HM.

Mehrere Köpfe und auch Pygidien liegen vor, aber kein ganzes Exemplar. Ich kenne also nicht die Zahl der Thoraxglieder, und infolge dessen dürfte die Bestimmung nicht ganz sicher sein. Die Exemplare stimmen gut zu von HOLM bestimmten Exemplaren im hiesigen Museum und zu HOLMS Figuren. Ganz vollständig ist die Übereinstimmung jedoch nicht. Die Facialsutur divergiert nicht so stark hinter den Augen, und die äussere Kontur der freien Wangen ist nicht so winkelig wie in den Figuren, sondern gleichmässig gerundet.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 60 und 93, Galgbacken Nr. 32 und Mälby Nr. 5.

Fest anstehend im Chasmopskalk in Dalarne.

*Illænus? mirus* n. sp.

Pl. VII, Fig. 18.

Nur ein Kopf liegt vor.

Umriss des Kopfes wie ein Kreissegment, mehr als doppelt so breit wie lang. Die Wölbung ist gleichmässig und gering, und die Glabella erhebt sich wenig über die festen Wangen. Die Dorsalfurchen sind deut-

lich und haben einen abweichenden Verlauf. Zuerst sind sie annähernd parallel, biegen sich dann aber nach aussen und sogar nach hinten und enden vor den Augen in den Facialsuturen.

Augen mässig gross und sehr niedrig, ihre Entfernung vom Vorderrande ist ihrer eigenen Länge und die Entfernung vom Hinterrande ihrer halben Länge gleich. Glabella wenig breiter als die Entfernung des Aussenrandes des Augendeckels von der Dorsalfurche.

Die Facialsutur hinter dem Auge nach vorne ein wenig konvex und sehr stark nach der Seite gerichtet. Auch der vordere Teil der Facialsutur divergiert sehr stark, so dass die Entfernung der äusseren Krümmungspunkte ebenso gross ist wie die Entfernung der Aussenränder der Augendeckel.

Die Aussen- und Hinterränder der freien Wange sind wenig konvex und bilden mit einander einen stumpf zugespitzten Winkel von etwa  $55^{\circ}$ . Der Hinterrand ist etwa halb so lang wie der Aussenrand.

Es ist keine andere Skulptur sichtbar als Terrassenlinien, welche in der Nähe der Vorder- und Aussenränder diesen parallel verlaufen. Vorne gehen sie etwas weiter hinein als an den Seiten.

Es ist dieses eine sehr abweichende Form, welche, wenn sie wirklich eine *Illænus*-art ist, jedenfalls einer eigenen Untergattung bedarf.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk Geschiebe Ekeby Nr. 102, welches wie Chasmopskalk aussieht.

### *Ampyx rostratus* Sars.

Pl. VII, Fig. 21.

Mehrere Exemplare, darunter ein ganzes, liegen vor.

Kopfschild annähernd dreieckig. Länge und Breite verhalten sich wie 3:4,5. Die Hinterecken sind in lange gerade Hörner ausgezogen, welche sowohl mit Seitenrand wie Hinterrand Winkel bilden. Glabella oval lanzettlich, nach vorne über den Vorderrand vorgezogen, auf dem Rücken stumpf gekielt. Das Vorderende der Glabella geht allmählich in einen langen Dorn über, der oben mit einer Rinne versehen ist. Die ganze Länge dieses Dorns dürfte noch nicht beobachtet sein, auch an meinen Exemplaren ist er abgebrochen.

Die Seitenfurchen sind an Exemplaren mit Schale im Relief gar nicht bemerkbar, höchstens sind sie durch Färbung markiert. Der Nackenring und seine seitliche Fortsetzung ist von oben und vorne zusammengedrückt und über den Thorax hinübergeschoben, einen schmalen Limbus bildend, der sich auch auf die Wangenhörner, soweit diese erhalten sind, fortsetzt. An der vorderen, äusseren Seite der Stacheln findet sich eine schmalere platte Kante, welche sich an der freien Wange als Randsaum fortsetzt.

Die Facialsutur beginnt hinten etwas innerhalb der Ansatzstelle des Wangenhorns, überquert den Hinterrand rechtwinkelig, macht dann einen stumpfen Winkel nach innen und verläuft längs der inneren Fortsetzung des



Wangenhorns, überquert diese Fortsetzung in einem Bogen und verläuft fast gerade nach vorne, bildet dann wieder einen stumpfen Winkel und verläuft fast im Vorderrand des Kopfes nach vorne und innen.

An den Seiten der Glabella verlaufen der Länge nach mehrere scharfe Terrassenlinien, welche jedoch an meiner Figur etwas zu grob geworden sind.

Der Thorax besteht aus 5 Gliedern, welche wie gewöhnlich gebaut sind. An der halben Länge des zweiten Gliedes hat der Thorax seine grösste Breite, und der Seitenrand bildet hier einen vorspringenden Winkel. Von diesem Winkel ab nimmt der Thorax nach vorne zu rasch und nach hinten zu langsamer an Breite ab und zwar so, dass der Thorax an der Seite von zwei geraden Linien begrenzt wird.

Das Pygidium hat die Form eines Kreissegments. Die Rhachis ist ziemlich flach, aber scharf abgesetzt. Eine Gliederung derselben schimmert durch, tritt aber sonst nicht hervor. Die Terrassenlinien an den Seitenteilen des Pygidiums sind in meiner Figur zu grob geworden. An OLINS (l. c.) Figur 10 Taf. 4 sind sie besser ausgefallen. Der hinuntergebogene Hinterrand des Pygidiums ist von Terrassenlinien dicht gestreift.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 5 und 88, Galgbacken Nr. 30, Höganäs Nr. 12 und 13, Rosenbergs Nr. 7, Simpnäs Nr. 4 und Sunnersta Nr. 2.

Fest anstehend im Chasmopskalk und entsprechenden Schichten.

#### Ostracoden.

Glatte, nicht näher bestimmbare Ostracoden kommen im Macrouruskalk in den Geschieben Mälby Nr. 1 und 4 vor.

#### Conularia.

##### *Conularia Holmii* n. sp.

Pl. VII, Fig. 31—33.

Nur ein Exemplar liegt vor. Die Art kommt der *Conularia Lindströmi* HOLM am nächsten. Mittलगrosse, relativ kurze Art. Die Schale bildet eine quadratische Pyramide, gegen die Mündung aber werden die Pyramidenflächen konkav, so dass der Querschnitt kreuzförmig wird. Die gegenüberstehenden Pyramidenflächen bilden mit einander einen Winkel von  $18^\circ$ . Die Kantfurchen sind ihrer ganzen Länge nach vertieft, was an den beiden inneren Querschnitten Fig. 31 nicht genügend hervortritt, weil sie nicht nach wirklichen Querschnitten, sondern nach von der Spitze gesehenen, weiss gemalten Strichen gezeichnet worden sind. Die Segmentallinie liegt in der Mitte der Pyramidenflächen und besteht aus einer seichten Furche. Die Skulptur ist in gegen die Mündung konvexen Bogen orientiert, welche in der Segmentallinie etwas gebrochen sind. Die Skulptur ist die für die Gruppe *Cancellata* HOLMS charakteristische gitterförmige und tritt über die ganze Oberfläche hin auf. Sie ist sehr fein, auf 5 mm

kommen etwa 14 Querreihen. Das Exemplar ist 34 mm lang. Die Spitze ist längs eines sehr konkaven Septums abgebrochen.

*Vorkommen.* Im Geschiebè Galgbacken Nr. 7 in einem grauen Kalk, der wie älterer Chasmopskalk aussieht.

*Conularia sp.*

In dem Geschiebe Sunnersta Nr. 2 kommen ein paar nicht näher bestimmbare Fragmente vor.

Gastropoden.

In den Geschieben Harg Nr. 3 und Norrskedika Nr. 12 kommen nicht näher bestimmbare Steinkerne eines *Trochus*-ähnlichen Gastropoden vor.

Brachiopoden.

*Lingula sp.*

Im Geschiebe Simpnäs Nr. 1 kommt ein ganzes Exemplar einer *Lingula*-art vor. Da aber von den Innenseiten nichts zu sehen ist, nehme ich von einer Beschreibung der Art Abstand. Ebenso kommen in den aus Macrouruskalk bestehenden Geschieben Ekeby Nr. 51 und Ekolsund Nr. 3 *Lingula*-exemplare vor.

*Siphonotreta unguiculata* EICHW.

Einige gute Exemplare und mehrere Fragmente dieser Art liegen vor. Mein Material stimmt sowohl was die Skulptur betrifft wie in anderen Beziehungen mit Exemplaren überein, welche LINNARSSON im Brandschiefer bei Kuckers in Estland gesammelt hat.

*Vorkommen.* In den Geschieben Ekeby Nr. 54 und 74, Galgbacken Nr. 12, 25 und 32, Höganäs Nr. 15, Mälby Nr. 30, Sund Nr. 39 und Ö. Edsvik Nr. 26.

Fest anstehend kommt die Art nach SCHMIDT (Revision 1) im Echinosphæritenkalk und im Brandschiefer vor.

*Pseudometoptoma Mickwitzi* HUENE?

*Vorkommen.* Ein Exemplar im Geschiebe Ekeby Nr. 66.

Fest anstehend kommt die Art nach HUENE<sup>1</sup> im oberen Teil (C 1 b) des Echinosphæritenkalks vor.

<sup>1</sup> Die silurischen Craniaden der Ostseeländer. Verh. der K. Russ. Min. Ges. Petersb. Ser. 2. Bd. 36. Nr. 2. Seite 289.

*Pseudocrania planissima* EICHW.?

*Vorkommen.* Ein Exemplar im Geschiebe Sunnersta Nr. 3.

Fest anstehend ist die Art nach HUENE vom oberen Teil des Echinosphæritenkalks bis in die Itfersche Schicht verbreitet.

*Porambonites Schmidtii* NOETL.

Ich habe von dem schön präparierten *Porambonites*-Material, welches LAMANSKI in Arbeit hat, genug gesehen, um mich gegen ältere Bestimmungen etwas skeptisch zu verhalten. Nach dem Äusseren zu urteilen, stimmt mein Material gut zu dieser Art.

*Vorkommen.* In den Geschieben Ekeby Nr. 76 und Simpñäs Nr. 8. Fest anstehend gehört die Art nach GAGEL<sup>1</sup> der Jeweschen Schicht an.

*Porambonites* sp.

Zwei andere Arten kommen noch vor. Beide sind klein, die eine Art ist hoch und schmal, und die andere ist besonders grob punktiert und hat tiefe Sinus.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk, Geschiebe Simpñäs Nr. 1.

*Orthisina* sp.

*Vorkommen.* Ein nicht näher bestimmbares Fragment im Geschiebe Rödbo Nr. 6.

*Platystrophia biforata* SCHLOTH.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 50, 54 und 62, Grisslehamn Nr. 19, Mariehamn Nr. 6, Posta Nr. 5 und Öster Edsvik Nr. 6, 9 und 17 und Macrouruskalk in den Geschieben Björktögen Nr. 7 und Mälby Nr. 1.

*Strophomena imbrex* PAND. var.

Eine kleine kugelige Form. Es ist ganz dieselbe, welche LINNARSSON im Museum der Geologischen Landesanstalt als *Strophomena globosula* bezeichnet hat, und ganz dieselbe, welche so zahlreich und schön erhalten im Brandschiefer bei Kuckers in Estland vorkommt. Es dürfte wohl diese Form sein, welche FR. SCHMIDT (Revision 1. Seite 28, 29) als var. *angusta* und *angustior* bezeichnet hat.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Boviken Nr. 2, Harg Nr. 3, Rödbo Nr. 6, Simpñäs Nr. 1 und 4 und Ö. Edsvik Nr. 5.

<sup>1</sup> Die Brachiopoden. Seite 75.

Fest anstehend kommt die Form im schwedischen Chasmopskalk und im ostbaltischen Brandschiefer vor.

*Leptæna oblonga* PAND.

*Leptæna tenuicincta* M'COY dürfte wohl kaum von dieser Art verschieden sein. Meine Exemplare von dieser charakteristischen Form sind mit russischen Exemplaren verglichen worden.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 50, Grisslehamn Nr. 11, Harg Nr. 2, Höganäs Nr. 10 und Sunnersta Nr. 2.

Fest anstehend ist die Art nach SCHMIDT häufig im Echinospærtenkalk.

*Leptæna convexa* PAND.

Mein Material ist mit russischen Exemplaren verglichen worden.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Boviken Nr. 3, Ekeby Nr. 1, 11 und 64, Galgbacken Nr. 25, 27 und 28, Grisslehamn Nr. 15 und 16, Sunnersta Nr. 2 und Ö. Edsvik Nr. 2.

Fest anstehend kommt die Art nach FR. SCHMIDT im Brandschiefer vor, und in Schweden ist die Art wenigstens in Dalarne häufig in Chasmopskalk.

*Leptæna quinqucostata* M'COY.

*Vorkommen.* In den Geschieben Boviken Nr. 3, Ekeby Nr. 86, Galgbacken Nr. 8 und 29, Simpnäs Nr. 4, Torrön Nr. 4 und Ö. Edsvik Nr. 2 und 8.

Fest anstehend kommt die Art in Schweden in Ancistroceraskalk,<sup>1</sup> Chasmopskalk (Bryozoenschicht in Dalarne) und Trinucleusschiefer<sup>2</sup> vor. Im Ostbaltikum ist die Art nach FR. SCHMIDT<sup>3</sup> in der Jeweschen und Wesenberger Schicht gefunden worden.

*Leptæna* sp.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 50 und 57, Höganäs Nr. 13, Sunnersta Nr. 2 und Ö. Edsvik Nr. 5, 8 und 29 und im Macrouruskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 17 und Norrskedika Nr. 12.

<sup>1</sup> S. G. U. Ser. A 1, a Seite 109.

<sup>2</sup> TÖRNQVIST. Öfversigt öfver Bergsbyggnaden inom Siljansområdet i Dalarne. S. G. U. Ser. C. Nr. 57.

<sup>3</sup> Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Ser. 1. Bd. 2. 1861. Seite 217.

## Bryozoen.

*Monticulipora petropolitana* PAND.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 53 und 58, Galgbacken Nr. 12 und 22, Grisslehamn Nr. 9 und 40, Haraldsby Holme Nr. 6, Höganäs Nr. 16, Mälby Nr. 29, Rosenbergs Nr. 6, Rödbo Nr. 2, 4 und 5, Simpnäs Nr. 1 und 4 und Önningby Nr. 2 und im Macrouruskalk Geschiebe Mälby Nr. 1.

Fest anstehend ist die Art im schwedischen Chasmopskalk vielfach gefunden worden, und im Ostbaltikum ist die Art vom Echinosphæritenkalk bis in die Jewesche Schicht verbreitet.

*Orbipora distincta* EICHW.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 54, 59 und 71, Galgbacken Nr. 32 und Grisslehamn Nr. 17.

Aus Schweden wird die Art von G. LINDSTRÖM<sup>1</sup> aus dem Chasmopskalk angeführt, und in Estland kommt die Art nach FR. SCHMIDT (Revision 1) im Brandschiefer vor.

## Korallen.

*Vorkommen.* Nicht näher bestimmbare rugose Korallen finden sich im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Galgbacken Nr. 12 und Simpnäs Nr. 1 und im Macrouruskalk Geschiebe Norrskedika Nr. 12.

## Cystoideen.

*Echinosphærites aurantium* GYLLENH.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Harg Nr. 3, Simpnäs Nr. 4, Sunnersta Nr. 2 und 3 und Ö. Edsvik Nr. 2 und 12.

Fest anstehend ist die Art häufig und sogar gesteinsbildend im Chasmopskalk. Nach FR. SCHMIDT<sup>2</sup> kommt die Art im Ostbaltikum in Echinosphæritenkalk und Brandschiefer vor.

*Caryocystites* sp.

Pl. VII. Fig. 34, 35.

Teils sind die Exemplare nicht genügend gut erhalten, um eine zeitgemässe Beschreibung zu erlauben, und teils ist das schwedische Cystoideen-

<sup>1</sup> List of the Fossil Faunas of Sweden I 1888. Seite 16.

<sup>2</sup> Bei O. JÄKEL. Stammesgeschichte der Pelmatozoen. Bd. 1. Berlin 1899. Seite 336.

material überhaupt, wenigstens von faunistischem Gesichtspunkte aus, noch sehr unvollständig bearbeitet. Ich wage es deshalb nicht, die vorliegende Art als neu zu beschreiben. Die Art kommt *Caryocystites prominens* A. nahe, hat aber kleinere Schilder. Auch fehlen die erhöhten Kanten und Ecken der Porenrauten. Die Porenstreifen sind hie und da mit der Lupe wahrzunehmen.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Simpñäs Nr. 5 und Stabby Söderby Karl Nr. 1.

### Graptoliten.

#### *Diplograptus* sp. Nr. 1.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 1, Rödbo Nr. 2, Sunnersta Nr. 2 und Torrön Nr. 4.

#### *Diplograptus* sp. Nr. 2.

Pl. VII. Fig. 38, 39.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Grisslehamn Nr. 10, welches aus einem grauen Kalk besteht, der wahrscheinlich älterer Chasmopskalk ist, aber auch Chironkalk sein könnte.

#### *Diplograptus* sp.

Pl. VII. Fig. 40.

*Vorkommen.* Im Macrouruskalk, Geschiebe Mälby Nr. 1.

#### *Climacograptus retioloides* Wn.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Höganäs Nr. 10 aus älterem Chasmopskalk.

#### *Climacograptus* sp.

Pl. VII. Fig. 36, 37.

*Vorkommen.* Im Macrouruskalk, Geschiebe Mälby Nr. 1.

#### *Dendrograptus?* *balticus* Wn.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 1 und Simpñäs Nr. 4.

*Ptilograptus suecicus* Wn.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk in den Geschieben Ekeby Nr. 1 und Sunnersta Nr. 2.

## Kalkalgen.

Professor E. STOLLEY hat die Güte gehabt, die angeführten beiden Exemplare zu untersuchen.

*Cyclocrinus cf. Spaskii* EICHW.

*Vorkommen.* Im Macrouruskalk, Geschiebe Söderby Nr. 20.

*Mastopora aff. Odini* STOLLEY.

*Vorkommen.* Im älteren Chasmopskalk, Geschiebe Haraldsby Nr. 1. Fest anstehend kommt *M. Odini* im ostbaltischen Echinosphæritenkalk vor<sup>1</sup>.

---

Verzeichnis der zur Abteilung Chasmopskalk gehörenden  
tabellarischen Übersichten.

Nr 6. Älterer Chasmopskalk.

Nr 7. Macrouruskalk.

---

<sup>1</sup> STOLLEY. Neue Siphoneen aus baltischem Silur. Seite 24. Arch. für Anthropologie und Geologie Schlesw.-Holst. Bd. III. H. 1. 1898.

---

asmopskalk.

[illegible]





Tabellarische Übersicht über das Vorkommen der Arten in den  
verschiedenen Geschieben.

Macrouruskalk.

Fundort	Björktögen		Ekeby		Ekolsund		Mälby		Norrskedika		Söderby, Börstil
	7	17	51	2	3	1	4	5	12	20	
<i>Chasmops maximus</i> FR. SCHM. . . . .	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—
<i>Lichas</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Illænus fallax</i> HM. . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>parvulus</i> HM. . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>oblongatus</i> A. . . . .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ostracoda</i> . . . . .	—	—	—	—	—	19	3	—	—	—	—
<i>Gastropode</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Lingula</i> sp. . . . .	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Porambonites ventricosa</i> KUT. . . . .	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Strophomena</i> sp. . . . .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Platystrophia biforata</i> SCHLOTH. . . . .	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Leptæna</i> sp. . . . .	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Monticulipora petropolitana</i> PAND. . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Rugose Koralle</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
<i>Diplograptus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Climacograptus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Cyclocrinus</i> cf. <i>Spaskii</i> EICHW. . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—

Die Geschiebe sind vom Autor gesammelt und finden sich im Museum zu Upsala.



### Ostseekalk.

Als Ostseekalk hat man schon seit langem unter den schwedischen Geologen diejenigen Geschiebe aus dichten, meistens rotflammigen, jung untersilurischen Kalksteinen mit muscheligem Bruch bezeichnet, welche STOLLEY<sup>1</sup> als Trümmer einer Kalkalgenfacies des jüngeren baltischen Untersilurs erkannt hat.

Der Name Ostseekalk hat unter den norddeutschen Geschiebegeologen einen gewissen Anstoss erregt, hauptsächlich weil der Name stratigraphisch so wenig sagt. Das ist auch richtig, und der Name ist auch nicht als Bezeichnung eines stratigraphischen Gliedes entstanden, sondern als Ursprungsbezeichnung eines Gesteins von obenerwähntem petrographischem Charakter. Der Name ist aber — und das war er schon, ehe er 1885 von SWEDMARK in die Litteratur eingeführt wurde — unter den schwedischen Geologen so eingebürgert, dass ich mich nicht getrauen möchte, denselben auszurotten. Da man aber nur ausnahmsweise und in besonders glücklichen Fällen bei dem Funde eines Geschiebes aus Ostseekalk bestimmen kann, zu welchem stratigraphischen Glied es gehört, so finde ich es sehr zweckmässig, einen stratigraphisch neutralen Namen zu haben. Gesetzt, dass der grössere Teil des Ostseekalkes vom Alter der Wesenberger Schicht ist, so würde ich jedoch nicht den mir vorgeschlagenen Namen »Wesenberger Gestein« akzeptieren. Ich würde viel lieber z. B. Trinucleuskalk oder etwas derartiges sagen.

Der Ostseekalk tritt im nordbaltischen Gebiet in mehreren Varietäten auf. Aber ehe ich zur Beschreibung dieser übergehe, will ich eine Übersicht über das Auftreten der Facies des Ostseekalks in den anderen schwedischen Silurgebieten und im Ostbaltikum geben.

### Vorkommen der Facies des Ostseekalks.

Wenn man innerhalb des skandinavisch-baltischen Gebiets ein petrographisches Äquivalent des nordbaltischen Ostseekalks sucht, richtet sich der Gedanke natürlich in erster Linie auf die Russischen Ostseeprovinzen, wo das ganze jüngere Untersilur mit Kalkfacies entwickelt ist, und wo Gesteine von dem petrographischen Habitus des Ostseekalks vorherrschen.

Die Wesenberger Schicht z. B. im Steinbruch Raggafere bei Wesenberg und die Lyckholmer Schicht z. B. bei Forel bestehen aus Gesteinen,

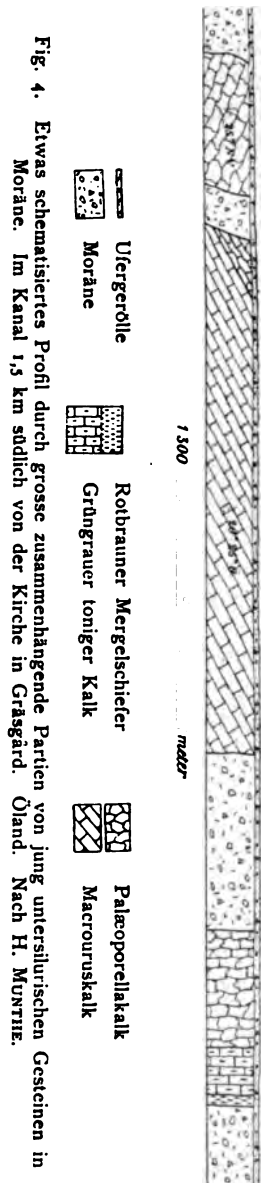
<sup>1</sup> Über gesteinsbildende Algen und die Mitwirkung solcher bei der Bildung der skandinavisch-baltischen Silurablagerungen. Naturw. Wochenschr. 12 Apr. 1896. — Die silurische Algenfacies und ihre Verbreitung im skandinavisch-baltischen Silurgebiet. Schriften des Naturw. Vereins Schlesw.-Holst. Bd. 11. H. 1. 1897.

die man wenigstens in Geschieben nicht von dem Ostseekalk würde unterscheiden können. Auch ist ja die gewöhnliche deutsche Benennung des Ostseekalks »Wesemberger Gestein».

Auch innerhalb einer anderen estnischen Schicht habe ich dasselbe Gestein gesehen, in der Jeweschen Schicht bei St. Mathias südlich von Baltischport. Im oberen und unteren Teil des Profils unterhalb der Kirche an der Landstrasse fanden sich Bänke aus fast typischem Ostseekalk. Im mittleren Teil des Profils war der Kalkstein mehr erdig, aber auch dieses Gestein kommt, obgleich selten, in dem nordbaltischen Gebiet vor, denn auf Åland habe ich ein Geschiebe (Posta Nr. 2) angetroffen, welches mit diesem abweichenden Gestein bei St. Mathias petrographisch identisch ist.

Das schwedische Silur dagegen ist auf dem Niveau des nordbaltischen Ostseekalks im allgemeinen mit Schieferfacies entwickelt, Trinucleus-schiefer. Doch kommen auch hier Kalksteine vor, welche man als westliche Ausläufer der ostbaltischen Kalkfacies betrachten kann.

Auf dem südlichen Öland<sup>1</sup> zwischen Gräsgård und Össby 1,5 km südlich von der Kirche in Gräsgård trifft man in einem kleinen, jetzt kanalisierten Bach auf einer Strecke von 100 m zusammenhängende Schichten aus Macrouruskalk und anderen jung untersilurischen Gesteinen an. Obgleich das Vorkommen genügend reichlich ist und die verschiedenen Schichten so zusammenhängend sind, dass man sogar beistehendes Profil durch dieselben aufgenommen hat, so dürften die Schichten doch nicht als fest anstehend zu betrachten sein. Statt dessen scheint mir das Vorkommen so zu deuten zu sein, dass eine verhältnismässig zusammenhängende Scholle aus Macrouruskalk und begleitenden Gesteinen bei Gelegenheit der Bildung der in dieser Gegend nachgewiesenen<sup>2</sup> ost-westlichen Glacialstreifen vom Inlandseise von ihrem östlicheren Kluftort auf den hier am sehr flach abfallenden Ufer fest anstehenden Orthocerenkalk hinauf versetzt worden ist, ein Vorgang, zu dem man auch aus



<sup>1</sup> H. MUNTZE. Beskrifning till Kartbladet Ottenby. S. G. U. Ser. Ac. Nr. 7 pp. 28, 41, 42. Stockholm 1902.

<sup>2</sup> JOH. GUNNAR ANDERSSON. Ueber Blöcke aus dem jüngeren Untersilur auf der Insel Öland vorkommend. Öfvers. af K. Vet. Akad. Förh. 1893. Nr. 8. Stockholm.

anderen Gegenden Analogien hat. Diese Auffassung steht auch in naher Übereinstimmung mit der Deutung, welche J. GUNNAR ANDERSSON<sup>1</sup> dem ganz lokalen Vorkommen von jung untersilurischen Geschieben längs dem südlichen Teil der Ostküste Ölands etwa zwischen Sandby und Ås gegeben hat.

Das Hauptinteresse bei diesem Profil besteht darin, dass hier nicht weniger als 4 oder, wenn man den grüngrauen Mergelkalk mit zum Macrouruskalk rechnet, 3 verschiedene jung untersilurische Gesteine in Kontakt mit einander vorkommen.

Ich will mich jetzt nur dabei aufhalten, dass ein vollkommen typischer Palæoporellakalk, dicht gespickt mit *Palæoporellen*, in Kontakt mit ebenso typischem Macrouruskalk auftritt. E. STOLLEY<sup>2</sup> hat behauptet, dass die Palæoporellenkalk «ohne Zweifel dem Leptæna-Kalk und höchstens noch dem oberen Teil der Lyckholmer Schicht entsprechen». STOLLEY hat aus natürlichen Gründen den oben erwähnten Fundort nicht gekannt, dürfte aber wohl jetzt dem beistimmen, dass ein Palæoporellakalk jedes beliebige Alter zwischen Macrouruskalk und Obersilur haben kann. Das Trinucleus-niveau ist im westbaltischen Gebiet sonst durch Schieferfacies vertreten.<sup>1</sup> Statt Brachiopodenschiefer findet sich aber Leptænakalk<sup>1</sup>, etwa wie in Dalarna, auf Öland aber sind die hierhergehörenden Gesteine meistens sekundär verkieselt.

Im jüngeren Untersilur in Östergötland kommen auch Kalksteine vor. In der Beschreibung der Sektion Motala<sup>3</sup> werden solche an ein paar Stellen erwähnt. Am südlichen Ufer von Motala bugten SV von Rödbergsudden (Name nach dem dort anstehenden roten Trinucleusschiefer) findet sich ein jetzt zum grössten Teil zugedeckter Aufschluss, worin man den Kontakt zwischen dem Macrouruskalk und dem darauf liegenden sog. Maserkalk (Masurkalk) oder Knorrenkalk (Knyckelkalk) beobachten kann. Dieser Knorrenkalk ist demselben Gestein im Nordbaltischen Gebiet ganz ähnlich.

Auf Seite 21 in derselben Beschreibung steht: »Der Trinucleusschiefer bei Råsnäs«, westlich von Motala, »wird von einem grünen Schiefer mit Knollen und Schichten von einem grauen Kalk überlagert, welcher sich mitunter sogar in grösserer Menge als der Schiefer vorfindet. Auf Grund seiner Lage entspricht er dem Brachiopodenschiefer in Västergötland.« Ob diese Altersbestimmung aus irgendeinem Tagebuche LINNARSSONS stammt, wird nicht erwähnt. Als ich im Sommer 1903 den Fundort gelegentlich besuchte, war nur der Trinucleusschiefer in fester Kluft zugänglich. Von lokalen Geschieben habe ich hier notiert:

---

<sup>1</sup> JOH. GUNNAR ANDERSSON. Ueber Blöcke aus dem jüngeren Untersilur auf der Insel Öland vorkommend. Öfvers. af K. Vet. Akad. Förh. 1893. Nr. 8. Stockholm.

<sup>2</sup> Die silurische Algenfacies etc. Seite 125.

<sup>3</sup> J. JONSSON. Beskrifning till Kartbladet Motala. S. G. U. Ser. A a. Nr. 102. Seite 20.

1. Geschiebe aus Kalkellipsoiden aus dem oberen Graptolitenschiefer, ähnlich denen bei Klubbudden.
2. Lokalmoräne aus schwarzem oberem Graptolitenschiefer. Lag nördlich vom anstehenden Trinucleusschiefer.
3. Ostseekalk und Knorrenkalk, zahlreiche Stücke.
4. Macrouruskalk, typisch.

Zum Ostseekalk und Knorrenkalk könnte ich vollkommene Analogien aus dem nordbaltischen Gebiet zeigen, und es scheint mir wahrscheinlich, dass das hier als Ostseekalk erwähnte Gestein eben der oben angeführte Brachiopodenkalk ist.

Auch in Westergötland enthält der Trinucleusschiefer einen Kalkstein, welcher zur ostbaltischen Facies gehören dürfte, obgleich er mit keiner Varietät des Ostseekalks petrographisch identisch ist. HOLM<sup>1</sup> erwähnt vom Kinnekulle eine schon von LINNARSSON<sup>2</sup> nachgewiesene etwa 2 m mächtige Kalkbank, welche aus meistens 20 cm mächtigen Schichten besteht. Die Kalkbank liegt 12 m oberhalb der unteren Grenze des Trinucleusschiefers und ist von 18 m Trinucleusschiefer überlagert. Das Gestein ist licht rauchgrau, von sehr feinem Korn, fast dicht und wird von einem Netzwerk von feinen Kalkspatadern durchsetzt, welche besonders an der verwitterten Fläche hervortreten. Es dürfte diese Kalkbank sein, in der LINNARSSON<sup>3</sup> *Trinucleus seticornis* HIS. gefunden hat. Derselbe Kalk kommt auch auf Billingen und Älleberg vor. Ausserdem werden von mehreren Stellen vorwiegend aus dem unteren Teil des Trinucleusschiefers Kalkkonkretionen erwähnt. Dieser Kalk kann, wie z. B. bei Skultorp, unweit Sköfde, auf Billingen, wo er auch kleine Schichten bildet, eine gewisse entfernte Ähnlichkeit mit dem Ostseekalk bekommen.

Auch im Brachiopodenschiefer Westergötlands kommen unbedeutende Kalklager vor, aber diese haben nicht ostbaltisches Gepräge. Vielleicht macht hiervon eine Ausnahme ein dichter, von Schieferlamellen stark durchzogener dunkler Kalk auf Billingen, dessen stratigraphische Lage jedoch nicht näher angegeben werden kann, als dass er auf oder in der Nähe der Grenze zwischen Trinucleusschiefer und Brachiopodenschiefer liegt. Bei Skultorp ist er 1 m mächtig, fossilfrei und liegt etwa 35 m oberhalb des im Wege sichtbaren Chasmopskalks. *Trinucleus* findet sich noch 1,60 m unterhalb des Kalksteins.

Von demjenigen des Bottnischen Meeres abgesehen, dürfte von allen schwedischen Silurgebieten keines ein so ostbaltisches Gepräge haben wie das Siljansgebiet in Dalarne.

Das jüngere Untersilur ist dort, mit Ausnahme des Platzes des Lep-

<sup>1</sup> Kinnekulle I. S. G. U. Ser. C. Nr. 172.

<sup>2</sup> Om Vestergötlands cambriska och siluriska aflagringar. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 8. Nr. 2. Stockholm 1869. Seite 33.

<sup>3</sup> l. c. Seite 33.

tænakalks nach TÖRNQUIST,<sup>1</sup> von oben nach unten folgendermassen entwickelt:

Leptænakalk . . . . .	150 m
Glied des Trinucleusschiefers	
Roter Trinucleusschiefer. . . . .	15 »
Knolliger, grauer Kalk . . . . .	5—9 »
Schwarzer Trinucleusschiefer . . . . .	6 »
Maserkalk . . . . .	9—15 »
Chasmopskalk.	

An gewissen Stellen wird der Leptænakalk durch den sog. Klingkalk ersetzt,<sup>2</sup> welcher 3—6 m mächtig ist und *Orthis sp.* und *Ptychophyllum craigense* M'COY enthält.<sup>3</sup> Der Klingkalk hat ein ganz besonderes Aussehen und ist keinem anderen Kalkstein, den ich gesehen habe, ähnlich.

Die wenigen Stücke von Leptænakalk, welche im Bottnischen Meer gefunden worden sind, stimmen vollständig mit denselben Gesteinstypen in Dalarne überein.

Der knollige graue Kalk enthält nach TÖRNQUIST<sup>4</sup> Arten von *Illænus*, *Remopleurides*, *Leptæna* und *Orthis*. Er sieht nicht wie Ostseekalk aus, sondern etwa wie ein grauer Orthocerenkalk.

Der Maserkalk ist etwas dunkler als im Bottnischen Meer, sonst ist die Übereinstimmung vollständig.

### Das Gestein im Nordbaltikum.

Als Hauptfacies des Gesteins betrachte ich den *Rotflammigen Ostseekalk*, welcher petrographisch dem ursprünglichen schwedischen Begriff Ostseekalk genau entspricht. Diese Varietät ist auch die häufigste und hat die grösste Verbreitung.

Es ist dies ein lithographensteinartig dichter Kalk mit muscheligen Bruch, ganz wie die entsprechenden Wesenberger und Lyckholmer Gesteine in Estland. Die Grundfarbe ist grau, im Nordbaltikum selten mit einem Stich ins Gelbe, aber immer von hellroten Flammen durchzogen. Mit diesen Flammen steht natürlich auch in Zusammenhang, dass die Fossilien mitunter von Hämatit rot oder braun gefärbt sind. Auch kommen Nester aus Hämatit im Gestein vor.

Mitunter ist das Gestein von netzförmig verbundenen, sich schlängelnden, ungleichmässigen Schläuchen aus einer petrographisch abweichenden,

<sup>1</sup> Öfversigt öfver Bergbyggnaden inom Siljansområdet i Dalarne. G. U. U. Ser. C. Nr. 57. Seite 19—31.

<sup>2</sup> A. G. NATHORST. Några ord om slipsandstenen i Dalarne. Seite 559. Geol. Fören. Förhandl. Bd. VII. H. 9. Seite 537.

<sup>3</sup> TÖRNQUIST, l. c.

<sup>4</sup> l. c. Seite 22.



feinkristallinen Gesteinsmasse durchwoben, welche auch etwas intensiver gefärbt ist als die Grundmasse. Ich glaubte zuerst, dass diese Partien dolomitisch wären, es hat sich aber gezeigt, dass das nicht der Fall ist.

Diese Varietät ist niemals als Knorrenkalk oder Maserkalk entwickelt.

In sehr grossen Blöcken kann man mitunter die mehr schieferigen Lamellen zwischen den Kalkbänken beobachten, mitunter kann man sich aber auch davon überzeugen, dass eine Bankung nicht vorhanden gewesen ist.

Der grösste Block von diesem Gestein, den ich beobachtet habe, ist das Geschiebe Torrön Nr. 7 der Tabelle, welches allein eine gehörige Karrenladung ausmachte. Noch bei Upsala und Stockholm trifft man Blöcke, welche man kaum noch heben kann.

Das Gestein ist sehr arm an Versteinerungen, und ich weiss garnicht, wieviel Massen von Ton ich gründlich durchsucht habe, um die unten publizierte Fossilliste zu bekommen. Als Seltenheit findet man aber untergeordnete Schichten, in welchen *Platystrophia biforata* oder *Strophomena pseudodeltoidea* gesteinsbildend auftreten. Meistens enthalten aber die Geschiebe garnichts an Versteinerungen.

Auch grössere Stücke sind ganz solid und frei von Spalten, und das Gestein ist so schön, dass es sich sehr gut als Marmor verwerten liesse.

Der *graue Ostseekalk* ist der vorigen Varietät ähnlich, aber es fehlen die roten Flammen und die kristallinen Schläuche. Dagegen ist dieses Gestein meistens als Knorren- oder Maserkalk entwickelt, und dann enthält es von Versteinerungen höchstens das eine oder andere Exemplar von *Tetragonis Murchisoni* oder einige Graptoliten. Häufig nur im östlichen Upland und auf Åland.

Der *Palæoporellakalk* ist ein rotflammiger Ostseekalk, dicht mit Palæoporellen gespickt. Ausserdem ist dieses Gestein reich an Ostracoden. Häufig nur am Nordende des Böstilsås, vereinzelte Stücke überall im östlichen Upland.

Jemand, der gewöhnt ist Ostseekalk zu sehen, kann niemals in Zweifel geraten, wo der *Söderötypus* unterzubringen ist, auch wenn er in seiner extremsten Form auftritt. Das Gestein ist hell schokoladebraun, dicht, aber etwas erdig im Bruch, der auch nicht so ausgeprägt muschelig ist wie bei dem rotflammigen Ostseekalk. Die häufigen Trilobitenschalen sind braun oder braungelb. Mitunter glänzen an den Bruchflächen in der Grundmasse porphyrisch eingestreute Kalkspatkörner, welche aber nicht auf Palæoporellen zurückzuführen sind, sondern wahrscheinlich von Crinoiden herrühren.

In gewissen Blöcken sieht man dieses Gestein in ein ähnlich gefärbtes Gestein übergehen, welches sich aber dem gewöhnlichen Ostseekalk mehr nähert, indem der Bruch weniger erdig und mehr muschelig wird, und man gelangt so zum nächsten Typus hinüber.

Der Söderötypus ist selten, aber sehr reich an gut erhaltenen Versteinerungen.

Der *Sundtypus* ist etwas weniger selten, aber auch ärmer an Versteinerungen. Er hat dieselbe schokoladebraune Farbe wie der vorige Typus, zu welchem auch die Übergänge so kontinuierlich sind, dass man mitunter im Zweifel ist, zu welchem Typus ein vorliegendes Geschiebe zu stellen ist. Der Bruch ist muscheliger, und das Gestein ist litographensteinartig dicht. Rote Flammen kommen nicht vor, aber die Versteinerungen können mit Hämatit überzogen sein.

Der *Örnästypus* scheint an den Börstils-Ås gebunden zu sein und ist am Vorgebirge bei Örnäs häufig. Das Gestein ist licht havannafarbig. Der Bruch ist muscheliger, und das Gestein ist dicht, aber nichtsdestoweniger ist der Bruch nicht so glatt wie bei gewöhnlichem Ostseekalk, sondern sieht aus wie sehr feinkörniger Sandstein. Alle Geschiebe von diesem Gestein sind klein und platt, und *Trinucleus seticornis* scheint die häufigste Versteinerung zu sein.

Als ich den *Börstiltypus* zuerst sah, erkannte ich ihn nicht als Ostseekalk. A. REMELÉ hat auch diese Geschiebe getrennt aufgeführt, als Nr. 221 im Geschiebekatalog. Aus paläontologischen Gründen ist das Gestein zum Ostseekalk zu führen.

Das Gestein hat nicht muscheligen Bruch, ist aber so feinkörnig, dass es dem Ostseekalk sehr nahe kommt. Es ähnelt teils dem Macrouruskalk, teils den von J. GUNNAR ANDERSSON<sup>1</sup> aus Öland beschriebenen Kalkellipsoiden mit *Trinucleus seticornis*, wovon eben ein Stück vor mir liegt. Ich kann mir sogar die Möglichkeit denken, dass irgend ein kleiner Teil der Trinucleusschichten auch im Bottnischen Meer als Schiefer mit Kalkellipsoiden entwickelt wäre, woraus diese Geschiebe stammen könnten. Es wäre ja nicht merkwürdig, wenn an der Grenze zwischen der skandinavischen und der ostbaltischen Facies solche Stellen zu finden wären, Ich habe aber kein Stück gesehen, welches eine solche Form hätte, als ob es aus einem Ellipsoid stammte.

### Die Fauna.

#### Trilobiten.

##### *Phacops* sp.

Ein schlecht erhaltenes Stück, welches nicht näher bestimmbar ist. Der Augenlobus ist so gross wie bei *Ph. recurvus* LNS., und nach dem, was erhalten ist, könnte es ganz gut diese Art sein.

*Vorkommen.* In rotflammigem Ostseekalk, Geschiebe Torrön Nr. 7. *Ph. recurvus* kommt im unteren Teil des Trinucleusschiefers in Westergöt-

<sup>1</sup> Über Blöcke aus dem jüngeren Untersilur auf der Insel Öland vorkommend. Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. 1893 Nr. 8.

land<sup>1</sup> vor. Auch im Trinucleusschiefer von Bornholm ist die Art gefunden worden.<sup>2</sup>

*Phacops Altumii* REM.<sup>3</sup>

Pl. VIII. Fig. 7—10.

REMELE macht aus dieser Art eine neue Gattung *Homalops*, welche sich dadurch auszeichnen soll, dass sie Charaktere verschiedener Typen der Phacopiden in sich vereinigt. Unter *Phacopiden* dürfte hier die Gattung *Phacops sens. lat.* zu verstehen sein. »Während der Bau der Glabella im wesentlichen wie bei *Chasmops* ist, weichen die Seiten des Mittelschildes völlig ab durch eine ganz flache, tellerartige Form der Palpebralfügel und ungemein lange bis zur Occipitalfurche hinabreichende Augenränder. Auch das Pygidium ist anderen Phacopiden gegenüber dadurch eigentümlich, dass es keine eigentlichen Rippen zeigt, sondern nur feine, vertiefte Querlinien, die den Aussenrand nicht erreichen.»

Was nun zuerst das Pygidium betrifft, so kann ich nicht sehen, dass die Berippung hier wesentlich eine andere ist als bei *Phacops* überhaupt.

Der Kopfschild ist allerdings etwas eigentümlich und bildet, was den Bau der Glabella betrifft, ein Zwischending zwischen *Chasmops* und *Pterygomotopus* oder *Dalmannia*, indem die beiden hinteren Seitenloben etwas verkümmert sind, doch nicht so stark wie bei *Chasmops*.

Ähnliche Abweichungen kommen aber auch sonst innerhalb der Gattung *Phacops sens. lat.* vor. So z. B. zeigen die böhmischen Arten *Dalmannia Deshayesi* BARR. und *D. Hawlei* BARR. sehr grosse Augenloben im Verein mit etwas grossen ersten Seitenloben, und ebenso verhält sich der englische *Phacops Brongniarti* PORTL.

Ich finde es nicht zweckmässig, die Untergattungen von *Phacops* zu selbständigen Gattungen zu erheben,<sup>4</sup> und schon deshalb finde ich es nicht nötig, für die hier in Rede stehende Art eine besondere Gattung zu errichten, um so mehr als man nicht wissen kann, wo sie eigentlich hingehört.

Wenn man es versucht, die vorliegende Art in die phylogenetische *Phacops*-reihe einzurangieren, so könnte man vielleicht in erster Linie an den Übergang zwischen *Pterygomotopus* und *Chasmops* denken, aber das passt nicht zu dem Alter. Dann könnte man sich denken, dass die Art am nächsten zu *Chasmops* gehörte und zwar so, dass es so zu sagen ein

<sup>1</sup> LINNARSSON I. Om Vestergötlands cambriska och siluriska aflageringar. K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 28. Nr. 2. Stockholm 1869. Seite 59.

<sup>2</sup> J. P. J. RAVN. Trilobitfaunaen i den bornholmske Trinucleusskifer. Danm. geol. Unders. Række 2, Nr. 10, Seite 56.

<sup>3</sup> Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Bd. 36. 1884. Seite 200 und Katalog der von Prof. Dr. Ad. Remelé beim internationalen Geologen-Congress zu Berlin im September und October 1885 ausgestellten Geschiebesammlung. Berlin 1885. Seite 25. Fig. 3.

<sup>4</sup> Auch wenn ich aus praktischen Gründen, was *Chasmops* betrifft, nicht immer den Namen *Phacops* mitschleppe.

im Aussterben begriffener *Chasmops* wäre, der atavistisch — in der Richtung *Pterygomctopus* — mutierte.

Ein Übergangsglied zwischen *Pterygomctopus* und *Phacops sens. str.* könnte ja auch diese Form annehmen, ohne deshalb ein Chasmopsstadium passiert zu haben. Und schliesslich kann die Art ja auch eine mit den oben erwähnten *Dalmannia*arten verwandte eingewanderte Art sein. *Dalmannia*, *Phacops mucronata* BRGN, tritt ja auch, und zwar ziemlich unvermittelt, im hiesigen Brachiopodenschiefer auf.

*Vorkommen.* Die Art liegt im ganzen in 21 Exemplaren vor und ist also relativ häufig. Sie verteilt sich auch auf mehrere Gesteinstypen. Im Söderötypus kommt sie in den Geschieben Norrskedika Nr. 1 und Nr. 13 vor, im Börstiltypus in den Geschieben Söderby Nr. 2 und Nr. 3, Bolka Nr. 9, Sund Nr. 5 und Norrskedika Nr. 10. Auch in dem rotflammigen Ostseekalk habe ich ein Exemplar angetroffen, im Geschiebe Norrskedika Nr. 19.

In fest anstehenden Schichten ist die Art niemals gefunden worden.

REMELE<sup>1</sup> hat sie aus einem Geschiebe von Eberswalde beschrieben, wo sie zusammen mit *Illænus parvulus* HOLM vorkam. Damals kannte man letztere Art ausschliesslich aus dem Chasmopskalk, und REMELE vermutete deshalb, dass das Geschiebe zu dieser Schicht gehöre. Wie aber aus meiner Fossilliste hervorgeht, kommt *Illænus parvulus* auch im Ostseekalk vor. Das Geschiebe von Eberswalde kann, wenn es überhaupt aus Ostseekalk besteht, keinem anderen Typus als dem Börstiltypus angehören. Ich habe es nicht gesehen.

### *Chasmops wesenbergensis* FR. SCHM.

Ich habe in Petersburg mehrere meiner Exemplare, sowohl Köpfe wie Pygidien, mit ostbaltischen Exemplaren verglichen, und Akademiker FR. SCHMIDT hat sich auch mit meiner Bestimmung einverstanden erklärt.

Es ist dieses die häufigste Trilobitenart des nordbaltischen Ostseekalks, und es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch diejenigen Exemplare, welche zu fragmentarisch sind, um eine nähere Bestimmung zu erlauben, und welche in der Tabelle als *Chasmops* sp. angeführt worden sind, zu dieser Art gehören. Das eine oder andere Stück könnte auch zu der unten beschriebenen Varietät gehören.

*Vorkommen.* In dem rotflammigen Ostseekalk ist die Art in den Geschieben Söderby Nr. 9, Ulriksberg Nr. 1, Torrön Nr. 7, Spångtorpet Nr. 1 und Hulta Nr. 1 angetroffen worden. Im grauen Ostseekalk kommt sie in den Geschieben Gräsön Nr. 1 und Nr. 3, Örnäs Nr. 5, Norrskedika Nr. 2 und Harg Nr. 1 vor.

<sup>1</sup> Geschiebekatalog. Seite 25.

In den fest anstehenden Schichten des ostbaltischen Gebiets kommt die Art fast ausschliesslich in der Wesenberger Schicht vor, obgleich sie auch in der Lyckholmer Schicht gefunden worden ist.<sup>1</sup>

*Chasmops wesenbergensis* FR. SCHM. var. *applanata* n. v.

Pl. VIII. Fig. 2, 3.

Es ist diese Varietät, welche mich in meiner 1892 erschienenen vorläufigen Arbeit, übrigens meiner ersten, veranlasste, *Chasmops wesenbergensis* unrichtig als *Chasmops macrourus* zu bestimmen. Kurz nachher bekam ich aber Anlass, diese meine Bestimmung zu bezweifeln und schickte da sofort das hier abgebildete Exemplar an Herrn Akademiker FR. SCHMIDT in Petersburg, welcher mir gütigst mitteilte, dass das übersandte Exemplar einer auch im Ostbaltikum vorkommenden Varietät von *Chasmops wesenbergensis* angehörte, welche noch nicht beschrieben war, und welche im unteren Teil der Wesenberger Schicht am Übergang zur Jeweschen zuhause ist. Bei derselben Gelegenheit wurde als Kennzeichen dieser Form angegeben, dass der Vorderrand der Glabella weniger gewölbt ist als bei der Hauptform. Deshalb habe ich den Namen *applanata* gewählt. Nach SCHMIDTS Figuren von der Hauptform zu urteilen, ist der Kopf der Varietät auch etwas mehr nach vorne ausgezogen.

*Vorkommen.* In dem Gestein vom Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und Norrskedika Nr. 13, im Sundtypus in dem Geschiebe Söderby Nr. 17 und in dem rotflammigem Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 30, Söderby Nr. 12 und Ekeby Nr. 26.

Im Ostbaltikum gehört diese Varietät, wie erwähnt, dem untersten Teil der Wesenberger Schicht an.

*Encrinurus multisegmentatus* PORTL.

Pl. VIII. Fig. 34.

Nur zwei Pygidien liegen vor. Meine Exemplare stimmen mit Exemplaren dieser Art, die ich in Petersburg gesehen habe, vollkommen überein.

*Vorkommen.* Nur in dem Böstiltypus Geschiebe Bolka Nr. 5 gefunden.

Aus fest anstehenden Schichten im skandinavisch-baltischen Gebiet wird die Art teils aus dem Leptænakalk in Dalarne<sup>2</sup> und teils aus Estland erwähnt, wo sie fast ausschliesslich in der Lyckholmer Schicht vorkommt.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FR. SCHMIDT. Revision I. Seite 117 und 236.

<sup>2</sup> S. L. TÖRNQUIST. Siljansområdets trilobitfauna. S. G. U. Ser. C. Nr. 66. Seite 25.

<sup>3</sup> FR. SCHMIDT.

*Encrinurus Seebachii* FR. SCHM.

Pl. VIII. Fig. 33.

Auch von dieser Art liegen nur Pygidien vor. Sie stimmen genau mit den Petersburger Exemplaren überein.

*Vorkommen.* Im Örnästypus, Geschiebe Bolka Nr. 2; im Börstiltypus, Geschiebe Assjö Nr. 1; im rotflammigem Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 6, Björktögen Nr. 2, Torrön Nr. 7 und Ekeby Nr. 24; und schliesslich im grauen Ostseekalk im Geschiebe Norrskedika Nr. 2.

In Estland kommt die Art in der Wesenberger Schicht vor.

*Acidaspis dalecarlica* TQT.

Pl. VIII. Fig. 37.

Das einzige gefundene Exemplar besteht aus dem abgebildeten unvollständigen Pygidium. Aber das Pygidium dieser Art ist so charakteristisch, das ich über die Bestimmung nicht in Zweifel bin. Die grosse Breite und die Anordnung der Stacheln sind Kennzeichen, welche TÖRNQUIST hervorhebt, und die Übereinstimmung mit TÖRNQUISTS Beschreibung und Figur ist vollständig.

*Vorkommen.* Das Exemplar stammt aus dem Söderötypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 1.

In Dalarne kommt die Art nach TÖRNQUIST im schwarzen, also unteren Trinucleusschiefer vor.

*Lichas laxatus* M'COY.

Pl. VIII. Fig. 23.

Das einzige gefundene Exemplar besteht aus einem ziemlich vollständigen Mittelschilde des Kopfes, welches vollständig mit den Figuren SALTERS<sup>1</sup> übereinstimmt.

*Vorkommen.* Im Börstiltypus, Geschiebe Assjö Nr. 1.

Das einzige ostbaltische Exemplar, übrigens ein Pygidium, ist in der unteren Abteilung der Lyckholmer Schicht gefunden.

Die von Törnquist aus Dalarne abgebildete Varietät *dilatata* ist so abweichend, dass ich sie nicht stratigraphisch verwerten darf; sie kommt auch im Leptænakalk vor.

In Westergötland kommt die Art nach LINNARSSON im Chasmopskalk und Trinucleusschiefer vor.

In Schonen<sup>2</sup> ist die Art nur in Chasmopsschichten gefunden worden.

<sup>1</sup> Mem. Geol. Surv. Gr. Brit. Vol. II 1848 und Vol. III 1866.

<sup>2</sup> E. OLIN. Om de Chasmopskalken och Trinucleusskiffern motsvarande bildningarne i Skåne. Seite 77. Sep. Kongl. Fysiogr. Sällskapets i Lund Handlingar. N. F. Bd. 17.

*Lichas Eichwaldi* NIESZK.

Pl. VIII. Fig. 35, 36.

Nur ein Mittelschild des Kopfes liegt vor. Es stimmt vollständig mit FR. SCHMIDTS Figuren 10 und 11 Taf. IV überein.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Torrön Nr. 7. In Estland ist die Art »recht bezeichnend« für die Wesenberger Schicht.

*Remopleurides latus* OLIN.

Pl. VIII. Fig. 25, 26, 27.

Vom Mittelschilde des Kopfes liegen 27 Exemplare vor, vom Pygidium nur eines. Dieses Pygidium ist nicht zusammen mit einem Kopfe, sondern allein in einem besonderen Geschiebe gefunden worden. Es ist also nicht sicher, dass es hierher gehört, aber es ist wahrscheinlich. Das wird auch dadurch bestätigt, dass OLIN<sup>1</sup> in Chasmopsschichten in Schonen, sowohl im Fågelsängsgebiet wie im Tosterupsgebiet, ausser Köpfen von *Remopleurides latus* OLIN auch ein Pygidium gefunden hat, welches zu diesen Köpfen gehören dürfte, und welches ziemlich nahe mit dem hier abgebildeten Pygidium übereinstimmt. Es ist als *Lichas quadrispinus* A. bezeichnet worden, worauf ich unten zurückkomme.

Eine andere Bemerkung, die ich vorausschicken will, ist die, dass es immer etwas unsicher ist, *Remopleurides*arten zu identifizieren, wenn man keine ganzen Exemplare hat.

Was nun zuerst den Kopf angeht, so stimmen meine Exemplare vom Mittelschilde des Kopfes recht gut mit OLINS Figur 6 Taf. II überein. Die Ähnlichkeiten bestehen in dem allgemeinen Habitus und in der Breite der zungenförmigen Verlängerung. Vielleicht besteht noch eine Übereinstimmung darin, dass die 3 Paare von bei *Remopleurides* an der Glabella auftretenden Linien an einigen meiner Exemplare ganz fehlen und an anderen wieder nur durch ihre abweichende Farbe hervortreten, ganz wie bei *Remopleurides dorsospinifer* PORTL., während sie an OLINS Exemplaren »ziemlich schwach markiert« sind.

Die Abweichungen sind folgende. Teils sind meine Exemplare nicht ganz so breit, aber dies kann daher kommen, dass sie aus Kalkstein sind, während OLINS Exemplare Schieferexemplare sind, teils fehlen an meinen Exemplaren die groben Terrassenlinien, und die Schale ist ganz glatt.

Auch sind meine Exemplare etwas kleiner.

Wie schon erwähnt, fasse ich das von OLIN als *Lichas quadrispinus* erwähnte Pygidium als hierhergehörig auf. Dass *Lichas quadrispinus*, wie schon LINNARSSON erkannt hat — was auch OLIN erwähnt — ein Pygidium einer *Remopleurides*art von diesem Typus ist, ist unzweifelhaft. Das

<sup>1</sup> l. c.

geht mit voller Sicherheit schon aus SALTERS Fig. 4 c Plate VIII in Mem. Geol. Surv. Dec. VII London 1853 hervor. Man kann auch durch kritische Untersuchung von LINNARSSONS Fig. 25 Taf. 1 zu demselben Resultat kommen.

Was die Übereinstimmung von OLINS und meiner Figur von dem Pygidium betrifft, so wiederhole ich, dass es möglich ist, dass das von mir abgebildete Pygidium nicht hierhergehört, aber ich glaube zugleich, dass die Übereinstimmung viel grösser sein könnte.

Was die kleine Fortsetzung von der Rhachis nach hinten anbelangt, so kann der Unterschied darauf beruhen, dass verschiedene Erhaltungszustände, in Schiefer und in Kalk, zu verschiedener Auffassung des Reliefs Veranlassung gegeben haben.

Die in meiner Figur vorhandenen kleinen Ausläufer an den Vorderecken des Pygidiums, welche sich auch in den oben zitierten Figuren von SALTER und LINNARSSON finden, waren auch an meinem Exemplar nicht sichtbar, ehe es präpariert worden war. Da nun also OLINS Exemplar nicht vollständig herauspräpariert ist, so können auch die Stacheln des Pygidiums eine Form haben, welche mit meiner Figur besser übereinstimmt.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Norrskedika Nr. 1 und Nr. 13, im Örnästypus in den Geschieben Sund Nr. 35 und Örnäs Nr. 1, im Börstiltypus in den Geschieben Assjö Nr. 1 und Norrskedika Nr. 10, im rotflämmigem Ostseekalk in den Geschieben Björktögen Nr. 4 und Torrön Nr. 3, im grauen Ostseekalk Geschiebe Gräsön Nr. 1.

In fester Kluft ist die Art bis jetzt nur aus Schonen bekannt, wo sie OLIN in Chasmopsschichten gefunden hat.

*Calymene trinucleina* LNS MSCR.

Pl. VIII. Fig. 28—32.

Mehrere Exemplare, Kopfschilder und Pygidien und darunter ein von G. C. v. SCHMALENSÉE gefundenes ganzes Exemplar liegen vor. Ich glaubte anfangs Exemplare von *Calymene senaria* CONR. v. *Stacyi* FR. SCHM. vor mir zu haben, aber durch einen Vergleich mit dem Calymenematerial in Petersburg fand ich, dass es überhaupt keine ostbaltische Art ist. Ich stellte dann Untersuchungen über die schwedische *Calymene trinucleina* an und kam da zu dem Resultat, dass es diese Art sein muss. Die besseren meiner Exemplare stimmen gut zu S. A. TULLBERGS Diagnose<sup>1</sup> und zu TÖRNQUISTS Beschreibung der Art. Da aber die Figuren TÖRNQUISTS nicht besonders gut passten, so habe ich in Lund mein Material mit TÖRNQUISTS Exemplaren verglichen und eine so gute Übereinstimmung gefunden, wie man überhaupt zwischen Schieferexemplaren und

<sup>1</sup> Skånes graptoliter. I. Seite 18. S. G. U. Ser. C. Nr. 50. Stockholm 1882.



Kalkexemplaren verlangen kann. Die Anzahl der Thoraxglieder ist, wie TULLBERG angibt, 12.

Als *Calymene* sp. habe ich in der Tabelle Nr. 8 Exemplare aufgeführt, die keine nähere Bestimmung erlauben. Vielleicht gehören diese auch hierher.

*Vorkommen.* Im Söderötypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 1; im Sundtypus, Geschiebe Sund Nr. 12; im Örnästypus, Geschiebe Sund Nr. 26, im Birstiltypus, Geschiebe Söderby Nr. 2; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Spångtorpet Nr. 1 und Norrskedika Nr. 9.

In fester Kluft hat TÖRNQUIST die Art an mehreren Stellen in Dalarna im schwarzen Trinucleusschiefer gefunden. Im selben Niveau kommt die Art auch in Östergötland<sup>1</sup> vor. In Schonen ist die Art im Trinucleusschiefer im Röstängagebiet gefunden.<sup>2</sup>

### *Proetus* sp.

Es sind nur schlecht erhaltene Stücke, die keine nähere Bestimmung erlauben. Einige Exemplare erinnern an *Proetus scanicus* OLIN mit seinem breiten Feld vor der Glabella.

*Vorkommen.* Im Sundtypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 15; im Örnästypus, Geschiebe Örnäs Nr. 2; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Norrskedika Nr. 19 und Ekeby Nr. 25 und im Palæoporellakalk in den Geschieben Norrskedika Nr. 2, Örnäs Nr. 13 und Björktögen Nr. 6.

### *Isotelus* sp.

Pl. VIII. Fig. 5 und 6.

Das vorliegende Material besteht aus ganzen kleinen Pygidien wie die abgebildeten und aus Fragmenten grösserer Exemplare, aber alles ist unbestimmbar.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Torrön Nr. 7 und Rosenbergs Nr. 1 und in dem grauen Ostseekalk in den Geschieben Harg Nr. 1 und Ekeby Nr. 49.

In fest anstehenden Schichten in dem skandinavisch-baltischen Gebiet ist die Gattung *Isotelus* auf das jüngere Untersilur beschränkt. In Norwegen findet sich die Gattung *Isotelus* teils in Schichten, welche den Trinucleusschichten<sup>3</sup> entsprechen, und teils in Etage 5 a.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> G. LINNARSSON och S. A. TULLBERG. Beskrifning till Kartbladet Vreta kloster. Seite 25. S. G. U. Ser. A a. Nr. 83. Sthlm 1882.

<sup>2</sup> OLIN l. c. Seite 78.

<sup>3</sup> W. C. BRÖGGER. Geologisk kart over øerne ved Kristiania. Nyt Mag. for Naturv. Bd 31. H. 2. Seite 29.

<sup>4</sup> J. KLÆR. Faunistische Übersicht der Etage 5. Inaug. Diss. München. M. N. Kl. 1897. Nr. 3. Seite 73.

In Schweden kommt *Isotelus lævigatus* A. im Trinucleusschiefer vor. Wenn man von dem zweifelhaften *Isotelus Stacyi* FR. SCHM. absieht, so ist auch in Estland die Gattung auf die Wesenberger, Lyckholmer und Borkholmer Schicht beschränkt.

*Stygina latifrons* PORTL.

Pl. VIII. Fig. 1.

Was die Synonymik der Gattung betrifft, so verweise ich auf meine Paläontologischen Notizen Nr. 10.<sup>1</sup> Über die Identität mit der britischen Art habe ich mich auch früher<sup>2</sup> ausgesprochen und dabei auch Mittelschilder des Kopfes und Pygidien abgebildet.

Die jetzt publizierte Figur soll die Form der freien Wangen und die Zahl der Thoraxglieder zeigen. Der Wangenstachel ist etwas länger als in SALTERS<sup>3</sup> Figur, und man vermisst den Limbus am Aussenrand der Wange. Beides kann aber, denke ich, ganz gut auf Rechnung des Unterschiedes zwischen Kalk- und Schieferexemplaren gesetzt werden. Die Zahl der Thoraxglieder ist neun, also dieselbe wie bei den englischen Exemplaren.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und Nr. 33 und Norrskedika Nr. 1, 8, 13, 14 und 16; im Sundtypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 7; im Örnästypus in den Geschieben Sund Nr. 11 und 17 und Björktögen Nr. 1. Im rotflammigen Ostseekalk ist die Art selten und nur in einem einzigen Exemplar im Geschiebe Mälby Nr. 14 gefunden worden.

In Westergötland gehört die Art dem Trinucleusschiefer an, und dasselbe ist in Schonen der Fall, wo sie OLIN neulich angetroffen hat. Das von OLIN Taf. III, Fig. 10 abgebildete Exemplar scheint mir jedoch auffallend kurz und breit zu sein.

*Illænus Römeri* VOLB.

Pl. VIII. Fig. 4.

Von dieser Art liegen nur drei Kopfschilder vor, aber diese sind so charakteristisch, dass ich über die Bestimmung nicht im Zweifel bin. Sie stimmen mit Fig. 4, Taf. IX in HOLMS Beschreibung der ostbaltischen Illæneniden überein.

*Vorkommen.* Im Söderötypus, Geschiebe Mälby Nr. 2, im Sundtypus, Geschiebe Andersöarne Nr. 1 und im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Ekeby Nr. 23.

<sup>1</sup> Diese Zeitschr. Vol. 7. Nr. 14.

<sup>2</sup> Über die Borkholmer Schicht im mittelbaltischen Silurgebiet. Diese Zeitschr. Nr. 10. Vol. V. Part. 2. 1901. Seite 171, 172.

<sup>3</sup> Brit. Foss. Dec. 11. Plate II. Fig. 1, 2. Mem. Geol. Surv. London 1864.

*Bull. of Geol.* 1906.

Nach HOLM ist die Art im Ostbaltikum einer der allerhäufigsten Trilobiten, in Schweden kommt sie sowohl im roten Trinucleusschiefer wie auch im Leptænakalk vor, und in Norwegen ist sie von BRÖGGER in dem Gasteropodenkalk im Silurgebiet Langesund—Skien gefunden worden, alles nach HOLM.

*Illænus Linnarssoni* HOLM.

Pl. VIII. Fig. 12—15.

Von dieser Art liegen sowohl Mittelschilder des Kopfes wie freie Wangen und Pygidien vor. Alle stimmen vollständig mit von HOLM bestimmten Exemplaren aus dem Leptænakalk und mit HOLMS Figuren und Beschreibungen überein.

Die Art variiert ja sehr stark, und in den Figuren 12 und 14 habe ich ein paar Pygidien abgebildet, welche keiner der erwähnten Figuren entsprechen, aber dennoch innerhalb der Variationsamplitude von *Illænus Linnarssoni* fallen dürften. Beide zeigen die für diese Art charakteristische Facette, Fig. 13 und 14. Über die kurze Form war ich etwas im Zweifel, aber G. HOLM hat meine Bestimmung bestätigt.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und Norrskedika Nr. 6 und 13; im Sundtypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 15; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 30 und Stabby Nr. 1; in dem grauen Ostseekalk in den Geschieben Mälby Nr. 17 und Örnäs Nr. 7. Nach HOLM findet sich in der Sammlung der Universität in Helsingfors ein auf den Ålandsinseln in einem Geschiebe angetroffenes Exemplar.

Was das Vorkommen in fester Kluft betrifft, so ist es erstens auffallend, dass die Art in der Wesenberger Schicht vermisst wird, obgleich sie sowohl in älteren wie jüngeren Schichten vorkommt. Diese Schicht enthält aber überhaupt keine *Illænus*-Art, und dann ist es ja, was diese Art betrifft, weniger merkwürdig.

Die Form *avus* ist relativ selten und kommt im Ostbaltikum in den Schichten C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub> und D<sub>3</sub> vor. Hierher dürften auch die schwedischen Exemplare aus dem Chasmopskalk gehören. Die Hauptform kommt im Ostbaltikum in der Lyckholmer Schicht und in Schweden im Leptænakalk vor. Im roten Trinucleusschiefer hat HOLM in Östergötland eine unter ungünstigen Verhältnissen entwickelte Zwergform gefunden. Aus Norwegen führt BRÖGGER die Art aus dem Trinucleusschiefer und dem Isoteluskalk an.

*Illænus parvulus* HOLM.

Pl. VIII. Fig. 20—22.

Ich führe diese Art als *Illænus parvulus* an, weil ich es für das wahrscheinlichste halte, dass sie wirklich hierhergehört. Sie zeigt aber mehrere

Abweichungen von den Figuren HOLMS, und ich kenne auch nicht die Zahl der Thoraxglieder. Das Kopfschild, und nur ein solches liegt vor, ist grösser als die Exemplare aus dem Chasmopskalk und scheint auch etwas stärker gewölbt zu sein. An meinem Exemplar kommt eine Andeutung einer Nackenfurche vor, welche jedoch in der Fig. 21 etwas zu kräftig geworden ist. Auch der Verlauf der Facialsutur hinter dem Auge ist nicht normal. In der Fig. 10 Taf. V HOLMS<sup>1</sup> verläuft dieses Stück der Suture nach aussen und hinten, an meinem Exemplar dagegen ist dasselbe Stück nach hinten und sogar ein wenig nach innen gerichtet.

*Vorkommen.* Im grauen Ostseekalk, Geschiebe Tomta Nr. 3.

Fest anstehend ist die Art nur im Chasmopskalk in Dalarne gefunden worden.

*Illænus Masckei* HOLM.

Es ist nur ein Stück des Pygidiums, welches vorliegt, aber es genügt um diese leicht kenntliche Art zu identifizieren. Man sieht, dass es ein sehr grosses und sehr flaches Pygidium mit kurzer Illænurachis ist. Eine mit dem Aussenrand konzentrische Erhöhung dürfte den breiten Umschlag markieren. Auch die Facette ist wie bei dieser Art.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Ekeby Nr. 41.

Die wenigen bekannten Exemplare dieser seltenen Art gehören nach HOLM der Lyckholmer Schicht an.

*Illænus* sp.

Ausser den obenerwähnten Exemplaren kommen mehrere andere vor, welche nicht näher haben bestimmt werden können. Es dürfte wohl aber wahrscheinlich sein, dass ein grosser Teil derselben zu *Illænus Linnarssoni* oder *I. Römeri* gehört.

*Harpes Wegelini* A.

Pl. VIII. Fig. 24.

Das Exemplar stimmt gut zu FR. SCHMIDTS Figuren und Beschreibung der Art.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Kalmar Nr. 1.

Fest anstehend gehört die Art im Ostbaltikum der Lyckholmer Schicht und in Schweden dem Leptænakalk an.

*Trinuclæus seticornis* HIS.

Meine zum Teil sehr schönen Exemplare stimmen genau zu den ausgezeichneten Textfiguren dieser Art, welche J. GUNNAR ANDERSSON<sup>2</sup> geliefert hat.

<sup>1</sup> Trilobitslägtet *Illænus*. Bihang till K. Vet. Akad. Handl. Bd 7. N:o 3.

<sup>2</sup> Ueber Blöcke aus dem jüngeren Untersilur auf der Insel Öland vorkommend. Seite 532. Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. 1893. N:o 8. Seite 521.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und Norrskedika Nr. 13; im Örnästypus in den Geschieben Sund Nr. 7, 31 und 35, Söderby Nr. 4 und 6, Mälby Nr. 8, Bolka Nr. 6 und Örnäs Nr. 3; im Börstiltypus im Geschiebe Bolka Nr. 4 und im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Sund Nr. 1.

Fest anstehend gehört die Art entschieden der Schieferfacies des Trinucleusniveaus an, aber dennoch ist sie von G. HOLM im Ostbaltikum im unteren Teil der Lyckholmer Schicht angetroffen worden.

In Schweden scheint die Art im unteren Trinucleusschiefer zuhause zu sein. In dieser Schicht kommt sie in Dalarne, Westergötland, Östergötland und Öland vor.

#### *Trinucleus* sp.

Unter dieser Bezeichnung habe ich in der Tabelle 8 Exemplare angeführt, welche zu unvollständig waren, um eine nähere Bestimmung zu erlauben, die aber wahrscheinlich auch von *Trinucleus seticornis* HIS. herühren dürften.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Norrskedika Nr. 6 und 8; im Sundtypus in den Geschieben Norrskedika Nr. 15 und Boviken Nr. 1; im Örnästypus in den Geschieben Bolka Nr. 2, Ulriksberg Nr. 4, Björktögen Nr. 1, Örnäs Nr. 2, und im Börstiltypus im Geschiebe Norrskedika Nr. 10.

#### *Ampyx* sp.

Pl. VII. Fig. 17.

Ein sehr kleines Exemplar, welches nicht näher bestimmt werden kann.

*Vorkommen.* Im Örnästypus, Geschiebe Örnäs Nr. 3.

#### Ostracoden.

Die Ostracoden sind lauter kleine glatte Arten ohne charakteristische Skulptur und dürften wohl kaum bei dem jetzigen Standpunkt unserer Ostracodenkenntnis stratigraphische Anhaltspunkte geben.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2, Norrskedika Nr. 1, 13 und 14; im Sundtypus in den Geschieben Norrskedika Nr. 15 und Boviken Nr. 1; im Börstiltypus in den Geschieben Söderby Nr. 2 und 3, Bolka Nr. 5, Norrskedika Nr. 3 und 10; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 6 und Ekeby Nr. 40; im grauen Ostseekalk in den Geschieben Mälby Nr. 19 und Norrskedika Nr. 2; im Paläoporellakalk in den Geschieben Norrskedika Nr. 2, 4, 22 und 29, Örnäs Nr. 12, 14, 15, 16 und 17, Björktögen Nr. 6, Mälby Nr. 7, 20 und 22, Fanton Nr. 2 und Lila Käringön Nr. 1.

## Cephalopoden.

Cephalopoden sind in dem Ostseekalk sehr selten. Im ganzen liegen nur 5 Exemplare vor, alle ziemlich schlecht erhalten. Ein Exemplar hat die Form eines *Cyrtoceras* die anderen dürften Orthocerasarten sein, zeigen aber wenig Charakteristisches.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 29, Torrön Nr. 6 und Ekeby Nr. 39; im grauen Ostseekalk in den Geschieben Höganäs Nr. 4 und 5.

## Conularien.

*Conularia rhodinensis* n. sp.

Pl. VIII. Fig. 38—43.

Die Art gehört zu der Gruppe *Cancellatae* HOLMS<sup>1</sup> und dürfte eine Zwischenform zwischen *Conularia telum* HOLM und *C. cancellata* SANDB. sein. Hierfür spricht auch das Niveau, denn die erstere Art ist im Chasmopskalk, die andere im Obersilur zuhause.

Der Name ist von Rhodin, einer alten Benennung auf Roslagen, abgeleitet.

Ziemlich grosse Art. Ein Exemplar, Fig. 38, ist 4,2 cm lang und doch nicht vollständig, ein anderes, Fig. 41, dürfte etwa 6 cm lang gewesen sein. Der Querschnitt ist rhombisch. Der Divergenzwinkel zwischen den spitzen Pyramidenkanten beträgt bei dem Original zu Fig. 38 23°, was ein ziemlich guter Wert sein dürfte. Bei dem Original zu Fig. 41 beträgt dieser Winkel 30°, aber dieses Exemplar ist zusammengedrückt. Die Pyramidenflächen sind bei dem einen Exemplar, Fig. 40, etwas gekrümmt, so dass die Segmentallinie am tiefsten liegt, aber das dürfte sekundär sein, denn wo die Pyramidenkanten dem Druck nachgegeben haben, ist das nicht der Fall. Die Segmentallinie ist nur in der Skulptur markiert und liegt der stumpfen Pyramidenkante etwas näher als der spitzen. Die Querstreifen verhalten sich etwa wie bei den beiden obenerwähnten Arten, aber während *C. telum* auf 5 mm etwa 7 und *C. cancellata* etwa 14 Streifen hat, hat diese Art etwa 10. Das Original zu Fig. 41 ist unten längs eines Querseptums abgebrochen.

Auf Seite 141 erwähnt HOLM eine *Conularia*form, welche in Ostseekalk zusammen mit *Conularia bottnica* und *Tetradium Wrangeli* vorkommt, und welche als *C. cancellata* angeführt wird. Ich habe die Exemplare untersucht und auch in meine Tabelle aufgenommen, aber unter dem Namen *C. rhodinensis*. Sie stimmen nicht recht gut mit *C. cancellata* überein. Die Skulptur ist etwas gröber, ganz wie bei der hier beschriebenen Art, und das scheint auf diesem Niveau konstant zu sein.

<sup>1</sup> HOLM, Hyolitidae och Conulariidae. S. G. U., Ser. C., No 112. Seite 128.

*Vorkommen.* Im Börstiltypus im Geschiebe Norrskedika N:o 10 und im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 24 und 32 und Mälby Nr. 11.

Die untersilurische Form von *Conularia cancellata*, wie HOLM diese Art bezeichnet, ist im Ostbaltikum in fest anstehendem Gestein gefunden worden und gehört nach HOLM der Lyckholmer Schicht an.

*Conularia bottnica* HOLM.

Mein Material stimmt vollständig mit HOLMS Beschreibung und Figuren überein.

*Vorkommen.* Im Sundtypus in dem Geschiebe Boviken N:o 1 und in dem rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 36, Söderby Nr. 15 und Galgbacken Nr. 3.

Fest anstehend ist die Art nicht gefunden worden.

*Conularia* sp.

Im grauen Ostseekalk, Geschiebe Posta Nr. 2, kommen Exemplare einer ganz zerrissenen grossen *Conularia* vor, welche ganz gut *Conularia aspersa* LM. sein könnte. Meistens sind die Tuberkelreihen auseinandergerissen, aber hier und da kann man doch beobachten, dass eine solche Skulptur vorliegt wie bei *C. aspersa*. Auch lässt sich die doppelte Segmentallinie beobachten.

Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Sund Nr. 37, und im grauen Ostseekalk, Geschiebe Gräsön Nr. 1, finden sich auch *Conularia*-Fragmente.

*Tetradium Wrangeli* FR. SCHM.

Zwei Exemplare dieses wahrscheinlich mit *Conularia* und zwar *C. rhodinensis* zusammengehörenden Problematikums liegen vor.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Sund Nr. 32 und im grauen Ostseekalk, Geschiebe Finby Nr. 1.

Fest anstehend kommt das Fossil in der Lyckholmer Schicht vor.

Gastropoden.

Einige schlechte Exemplare liegen vor.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Söderby Nr. 5, Ekeby Nr. 23, 38 und 41; im grauen Ostseekalk in den Geschieben Gräsön Nr. 1 und Skaten Nr. 2.

Pelecypoden.

In den aus rotflammigem Ostseekalk bestehenden Geschieben Sund Nr. 35 und 36 und Bolka Nr. 8 kommen schlecht erhaltene Muscheln vor.

### Brachyopoden.

Für die vertikale Verbreitung der Brachiopoden wird, wenn nicht anderes angegeben, auf die Zusammenstellungen in meiner Arbeit »Über die Borkholmer Schicht im Mittelbaltischen Silurgebiet«<sup>1</sup> verwiesen.

#### *Lingula* sp.

Wenigstens zwei Arten liegen vor. Sie sind zwar ziemlich gut erhalten, zeigen aber nur die äussere Seite der Schale.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Söderby Nr. 18, Norrskedika Nr. 17 und Torrön Nr. 3.

#### *Pholidops* sp.?

Zwei Exemplare im Söderötypus, Geschiebe Mälby Nr. 2.

#### *Craniade*.

Zwei Exemplare einer *Craniade*, das eine im Söderötypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 13, das andere im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Höganäs Nr. 1.

#### *Acrotreta* sp.

Schlecht erhaltene Exemplare einer kleinen *Acrotreta* kommen im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und Norrskedika Nr. 13 vor.

#### *Atrypa marginalis* DM.

Mein Material ist nicht besonders gut, stimmt aber mit Exemplaren aus Gotland und aus dem Leptænakalk in Dalarne überein.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und Norrskedika Nr. 8; im Börstiltypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 10 und im Palæoporellakalk, Geschiebe Norrskedika Nr. 29.

In fest anstehenden Schichten ist die Art eigentlich obersilurisch, aber sie kommt auch im Leptænakalk in Dalarne vor.

#### *Atrypa imbricata* Sow.

Ein nicht ganz sicheres Stück dieser Art kommt im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Ekeby Nr. 23 vor.

Aus dem fest anstehenden Untersilur ist die Art aus der Lyckholmer und der Borkholmer Schicht in Estland bekannt, und im schwedischen Leptænakalk ist die Art durch eine Varietät vertreten.

<sup>1</sup> Diese Zeitschrift Nr. 10, Vol. V Part 2, 1901, Seite 149.



*Orthisina Verneuilii* EICW, var. *Wesenbergensis* v. D. PAHLEN.

Meine zum Teil sehr gut erhaltenen Exemplare stimmen vollkommen mit v. D. PAHLENS<sup>1</sup> Beschreibung und Figuren und mit ostbaltischen Exemplaren aus Wesenberg überein.

*Vorkommen.* Im Börstiltypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 3, und im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 18 und 32, Mälby Nr. 11, 12 und 15, Ekeby Nr. 24 und Sundbyberg Nr. 1.

Fest anstehend gehört die Art nach v. D. PAHLEN der Wesenberger Schicht an.

*Orthisina sinuata* v. D. PAHLEN.

Zwei ziemlich gute Exemplare dieser Art liegen vor. Sie stimmen genau mit v. D. PAHLENS Beschreibung und Figuren und mit ostbaltischen Exemplaren überein.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Björktögen Nr. 2.

Häufig in der Lyckholmer, vereinzelt in der Borkholmer Schicht. Auch im öländischen Macrouruskalk habe ich die Art gesehen.

*Orthis aff. testudinaria* DM.

Die Art ist der echten *O. testudinaria* sehr ähnlich, aber die Übereinstimmung ist keine vollständige, und das Innere lässt sich nicht beobachten.

*Vorkommen.* 14 gut erhaltene Exemplare, welche zusammen mit *Platystrophia biforata* gesteinsbildend auftraten, kamen im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Sund Nr. 14, vor.

*Orthis* sp. Nr. 1.

Eine kleine *Orthis*-Art etwa von dem Aussehen der *Orthis crassa* ist recht häufig. Das Innere lässt sich aber nicht beobachten, und ich halte es deshalb für besser, mit der Beschreibung oder Bestimmung zu warten, bis besseres Material vorliegt.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 33 und Norrskedika Nr. 8, 13 und 14; im Sundtypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 15, im Ornästypus in den Geschieben Sund Nr. 31, Bolka Nr. 2, Mälby Nr. 8, Björktögen Nr. 1; im Börstiltypus in den Geschieben Söderby Nr. 2, Bolka Nr. 4 und 5 und Norrskedika Nr. 3 und 10; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 35, Söderby Nr. 13, Mälby Nr. 14, Ekeby Nr. 35, Hulta Nr. 1 und Norrskedika Nr. 9.

Eine wenigstens sehr ähnliche Form kommt auch im jüngeren Untersilur des Ostbaltikum vor.

<sup>1</sup> Monographie der Baltisch-silurischen Arten der Brachiopoden-Gattung *Orthisina*, Mém. Acad. Imp. Petersb. Tom 24, Nr. 8 St. Petersb. 1877.

*Orthis* sp. Nr. 2.

Schlechte Exemplare einer *Orthis Actoniae* ähnlichen Form sind ziemlich häufig.

*Vorkommen.* Im Söderötypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 13; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 6, 14 und 18, Söderby Nr. 7, 8 und 11, Eckerö Nr. 1, Galgbacken Nr. 2, Ekeby Nr. 23 und 27 und im grauen Ostseekalk, Geschiebe Höganäs Nr. 6.

*Platystrophia biforata* SCHLOTH.

*Vorkommen.* Im Söderötypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 6; im Sundtypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 15; im Börstiltypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 10; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 14, wo sie gesteinsbildend auftrat, Sund Nr. 29, Söderby Nr. 10 und 16 und Simpнас Nr. 1, wo die Art ebenfalls gesteinsbildend ist.

In fest anstehendem Gestein hat die Art sehr grosse Verbreitung, kommt aber hauptsächlich im jüngeren Untersilur und Obersilur vor.

*Platystrophia dorsata* HIS.

Als diese Art fasse ich die grösseren, dichter gestreiften Formen auf.

*Vorkommen.* Nur im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Söderby Nr. 11, Mälby Nr. 11, Torrön Nr. 7, Ekeby Nr. 23 und 42.

Fest anstehend ist diese Art in Schweden in dem Chasmopskalk und im Ostbaltikum im Brandschiefer gefunden worden.

*Strophomena rhomboidalis* WILK.

Eine nicht besonders grosse oder breite Form.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Torrön Nr. 6 und 7 und Ekeby Nr. 34 und im grauen Ostseekalk, Geschiebe Gräsön Nr. 2.

Fest anstehend in Orthocerenkalk-Obersilur.

*Strophomena pseudodeltoidea* STOLLEY.

STOLLEY hat diese Art in seiner Arbeit Die Cambrischen und silurischen Geschiebe Schleswig-Holsteins und ihre Brachiopodenfauna Teil 1 Seite 41 aufgestellt. Die Art soll äusserlich der *Strophomena deltoidea* CONR. sehr ähnlich sein, aber bei *Strophomena pseudodeltoidea* STOLL. soll die konvexe Schale die Dorsal-, die konkave die Ventralschale sein, während es bei *Strophomena deltoidea* CONR. umgekehrt ist. Aus dieser Diagnose ersah ich gleich, dass die Art des Ostseekalks *Strophomena pseudodeltoidea* STOLL. war. Nachher habe ich in Braunschweig STOLLEY

Exemplare gezeigt und meine Bestimmung bestätigt erhalten. Mein Material eignet sich aber nicht für eine genauere Beschreibung der Art.

*Vorkommen.* Nur im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Ulriksberg Nr. 2, Djuphagen Nr. 1 und 2, wo die Art gesteinsbildend ist, Djuphagen Nr. 3 und 4, Torrön Nr. 7, Melby Nr. 1, G:la Upsala Nr. 1 und Ekeby Nr. 25, wo sie auch eine besondere kleine Schicht bildet.

In den schleswig-holsteinschen Geschieben kommt die Art nach STOLLEY im jüngeren Chasmopskalk und in Geschieben der Wesenberger und Lyckholmer Schicht und des Leptænakalks vor.

### *Strophomena* sp.

Nicht näher bestimmbare Stücke.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 6, Björktögen Nr. 3, Torrön Nr. 6 und 7, Fröby Nr. 1, Galgbacken Nr. 3, Ekeby Nr. 22, 23, 27 und 43; im grauen Ostseekalk, Geschiebe Gräsön Nr. 3.

### *Leptæna sericea* SOW.

Nach STOLLEYS Erörterungen zu urteilen, ist es möglich, dass ich den Begriff *Leptæna sericea* hier etwas weit gehalten habe. Es handelt sich um eine relativ kleine Form, die, soweit man nach Material aus Ostseekalk urteilen kann, wahrscheinlich hierhergehört.

*Vorkommen.* Sehr häufig besonders im rotflammigen Ostseekalk. Die Art ist in folgenden Geschieben beobachtet worden. Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2, Norrskedika Nr. 1, 8 und 13; im Örnästypus, Geschiebe Sund Nr. 26; im Börstiltypus in den Geschieben Söderby Nr. 2 und 3; Assjö Nr. 1 und Norrskedika Nr. 10; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 15, Söderby Nr. 8, Torrön Nr. 3, Galgbacken Nr. 1, 2, 4 und 5, Ekeby Nr. 32, 33, 43 und 45, Sundbyberg Nr. 2 und Hulta Nr. 1; im grauen Ostseekalk in den Geschieben Posta Nr. 2 und Harg Nr. 1.

Nach STOLLEY kommt *Leptæna sericea* SOW. oder wenigstens nahe verwandte Formen im ganzen jüngeren Untersilur vor.

### Bryozoen.

#### *Monticulipora* sp.

Unter diesem Namen führe ich alle favosites-ähnlichen Bryozoen an.

*Vorkommen.* Im Söderötypus in den Geschieben Mälby Nr. 2 und 33; im Börstiltypus in den Geschieben Norrskedika Nr. 3 und 10; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Björktögen Nr. 2 und 4 und Torrön Nr. 7; im grauen Ostseekalk in den Geschieben Gräsön Nr. 1 und Ängskär Nr. 1.

*Bryozoen.*

Schlecht erhaltene Bryozoen kommen im Börstiltypus, Geschiebe Assjö Nr. 1, und im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Ekeby Nr. 23 und 27 vor.

*Crinoideen.*

Crinoidenstiele kommen im Söderötypus, Geschiebe Mälby Nr. 2, und im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Björktögen Nr. 2 und Ekeby Nr. 23 vor.

*Korallen.**Halysites parallela* FR. SCHMIDT.

Ich habe schon früher Abbildungen dieser leicht kenntlichen Art gegeben.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 20 und Björktögen Nr. 2.

*Rugose Korallen.*

Sehr schlecht erhalten, kommen sie in folgenden Geschieben vereinzelt vor: Börstiltypus, Geschiebe Norrskedika Nr. 3; im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Sund Nr. 37, Söderby Nr. 19, Posta Nr. 1, Simpnäs Nr. 1, Ekeby Nr. 23 und 24 und im Palæoporellakalk, Geschiebe Norrskedika Nr. 4.

*Graptoliten.**Diplograptus* sp.

*Vorkommen.* Im grauen Ostseekalk, Geschiebe Norrskedika Nr. 21.

*Diplograptus* sp.

Pl. 3. Fig. 42—44.

*Vorkommen.* Im Börstiltypus, Geschiebe Assjö Nr. 1.

*Climacograptus* sp.

*Vorkommen.* Im grauen Ostseekalk, Geschiebe Högånäs Nr. 6.

*Decellograptus* sp.

*Vorkommen.* Im grauen Ostseekalk, Geschiebe Spjutbo Nr. 1.

*Dendroiden.*

*Vorkommen.* Schlecht erhaltene dendroide Graptoliten kommen in folgenden Geschieben vor: Söderötypus, Mälby Nr. 2 und 33, Örnästypus, Örnäs Nr. 3, im rotflammigen Ostseekalk, Bolka Nr. 8 und im grauen Ostseekalk, Trästa Nr. 11.

## Spongien.

Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Norrskedika Nr. 18, kommen zwei schlechte, nicht näher bestimmbare Exemplare vor. Im grauen Ostseekalk, Geschiebe Mälby Nr. 10, habe ich ein Exemplar angetroffen, welches wahrscheinlich ein *Aulocopium cylindraceum* F. RÖM. ist. Diese Art dürfte der Lyckholmer Schicht angehören.

## Problematicum.

*Tetragonis Murchisonii* EICHW.

*Vorkommen.* Nur im grauen Ostseekalk in den Geschieben Örnäs Nr. 6, Ängskär Nr. 1, Ekeby Nr. 48 und Sunnersta Nr. 1.

Nach FR. SCHMIDT<sup>1</sup> gehört die Art der Lyckholmer Schicht an.

## Kalkalgen.

Herr Professor E. STOLLEY in Braunschweig hat die Freundlichkeit gehabt, die Kalkalgen für mich zu bestimmen, wofür ich Ihm meinen besten Dank ausspreche.

*Coclosphacridium wesenbergense* STOLL.

*Vorkommen.* Im roten Ostseekalk in den Geschieben Djuphagen Nr. 5, Örnäs Nr. 4, Björktögen Nr. 3, Ersholmen Nr. 1, Torrön Nr. 7 und Melby Nr. 1. STOLLEY<sup>2</sup> gibt die Art nach von mir gesammeltem Material auch von den Ålandsinseln an.

Fest anstehend kommt die Art nur in der Wesenberger Schicht vor.

<sup>1</sup> Revision.

<sup>2</sup> Neue Siphoncen aus baltischem Silur. Arch. Anthr. Geol. Schlesw. Holst. Bd. III. H. 1. 1898.

*Cyclocrinus Schmidtii* STOLL.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk nur im Geschiebe Torrön Nr. 7, dort tritt aber die Art auch in grossen Massen gesteinsbildend auf. Auch bei Ekeby ist die Art gefunden worden, dieses Exemplar aber habe ich unnummert an Prof. STOLLEY überlassen.

Fest anstehend in der Wesenberger Schicht.

*Cyclocrinus balticus* STOLLEY.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk, Geschiebe Torrön Nr. 7. Ist nach Stolley auch bei Ekeby gefunden worden.

Fest anstehend in der Wesenberger Schicht.

*Cyclocrinus* sp.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Mälby Nr. 13, Torrön Nr. 7, Melby Nr. 1, Stabby Upsala Nr. 1 und Ekeby Nr. 9.

*Palæoporella* sp.

*Vorkommen.* Vereinzelt im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Djuphagen Nr. 4 und Ekeby Nr. 22. Gesteinsbildend in allen Geschieben aus Palæoporellakalk.

Fest anstehend in Leptænakalk.<sup>1</sup> Über das Vorkommen von Palæoporellakalk in Kontakt mit Macrouruskalk auf Öland siehe Seite 124.

*Vermiporella* sp.

*Vorkommen.* Im rotflammigen Ostseekalk in den Geschieben Djuphagen Nr. 4 und Stabby Upsala Nr. 1; im grauen Ostseekalk, Geschiebe Höganäs Nr. 3, und im Palæoporellakalk, Geschiebe Mälby Nr. 7.

Nach STOLLEY kommt *Vermiporella* in der Jeweschen, Wesenberger und Lyckholmer Schicht vor.

**Leptænakalk.****Das Gestein.**

Es liegen im ganzen nur 4 Geschiebe dieses Gesteins vor.

Das Geschiebe Rosenbergs Nr. 2 ist ein licht rotbrauner, sehr feinkörniger Kalkstein mit ungleichförmigen Partien aus weissem feinkörnigem

<sup>1</sup> STOLLEY l. c. Seite 125.

Kalkspat. Das Geschiebe Norrskedika Nr. 23 ist ganz ähnlich, nur dass der Kalkspat fehlt. Das Geschiebe Svartmara Nr. 1 ist ein Crinoideenkalk, der fast ausschliesslich aus braungelben Stielstücken von Crinoideen besteht. Das grosse fossilreiche, von G. C. VON SCHMALENSÉE bei Söderby auf Söderön gefundene Geschiebe ist ein mittelkörniger grauer Kalkstein mit zahlreichen Crinoidenstielen. Als ich dieses Geschiebe im Museum der Landesuntersuchung zuerst erblickte, glaubte ich einen gotländischen Kalkstein zu sehen.

Ein Teil dieses Geschiebes besteht aus ganz gewöhnlichem grauem Ostseekalk. Die beiden Gesteine Ostseekalk und Leptænakalk stossen nicht so zusammen wie zwei verschiedene Lager, die in Kontakt mit einander kommen, sondern es ist der Ostseekalk selbst, der mit einem Mal in ein anderes Gestein übergeht.

#### Die Fauna.

##### *Illænus Linmarssoni* HM.

Dieselbe kleine kurze Form wie Fig. 12 auf Pl. 4.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1. Über das Vorkommen in fest anstehendem Gestein siehe Seite 137.

##### *Illænus* sp.

*Vorkommen.* In den Geschieben Rosenbergs Nr. 2, Norrskedika Nr. 23 und Söderby Nr. 1.

##### *Dindymene* sp.

Pl. VIII, Fig. 11.

Ein sehr kleines Exemplar einer *Dindymene*-Art, worauf ich keine Beschreibung gründen kann. Die Schale ist fein tuberkuliert.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Rosenbergs Nr. 2.

Die Gattung *Dindymene* ist in dem Ostbaltikum nicht gefunden worden. In Schweden gehört sie dem Trinucleusschiefer an und ist nicht in anstehendem Leptænakalk gefunden worden.

##### *Ostracoda.*

Nur kleine glatte Arten, mitunter in ganzen Exemplaren und sehr schön erhalten.

*Vorkommen.* In den Geschieben Rosenbergs Nr. 2, Norrskedika Nr. 23 und Söderby Söderön Nr. 1.

##### *Mollusca.*

*Vorkommen.* Schlechte, nicht näher bestimmbare Exemplare in den Geschieben Rosenbergs Nr. 2 und Norrskedika Nr. 23.

*Daya pentagona* TQT msc.

Die Exemplare stimmen mit einem Exemplar aus dem Leptænakalk in Dalarne überein, welches mir Herr Professor S. L. TÖRNQUIST gütigst geschenkt hat.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

Fest anstehend kommt die Art nach STOLLEY<sup>1</sup> im Leptænakalk in Dalarne vor.

*Atrypa marginalis* DM.

Die Exemplare sind ziemlich klein, sonst stimmen sie ganz mit gotländischen Exemplaren überein.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

Aus dem skandinavisch-baltischen Untersilur ist die Art bis jetzt nur aus dem Leptænakalk in Dalarne bekannt.

*Camerella* sp.

Die Exemplare sind alle zu unvollständig, um beschrieben werden zu können.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

*Platystrophia biforata* SCHLOTH.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

Fest anstehend häufig im ganzen jüngeren Untersilur.

*Strophomena rhomboidalis* WILK.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

Häufig im fest anstehenden Leptænakalk.

*Leptæna Schmidtii* TQT.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

Häufig im fest anstehenden Leptænakalk.

*Leptæna quincucostata* M'COY.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

Fest anstehend in Ancistroceraskalk — Trinucleusschiefer.

<sup>1</sup> Die cambrischen und silurischen Geschiebe etc. Seite 56.



*Leptæna aff sericea* SOW.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.

*Leptæna sericea* SOW.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Söderby Nr. 1.  
Fest anstehend im ganzen jüngeren Untersilur.

*Monticulipora* sp.

*Vorkommen.* Im Geschiebe Norrskedika Nr. 23.

*Crinoidenstiele.*

*Vorkommen.* In allen Geschieben aus Leptænakalk.

---

Zur Abteilung Ostseekalk und Leptænakalk gehört  
tabellarische Übersicht Nr 8.

---



\_\_\_\_\_

.

.

### Folgerungen.

Nachdem jetzt ein Überblick über die Fauna und Flora des nordbaltischen Silurgebiets gewonnen ist, können wir zu einer Analyse derselben und den daraus zu ziehenden stratigraphischen und faciellen Folgerungen übergehen. Dieses stellt sich, was den Ceratopygekalk, den Orthocerenkalk, den Chasmopskalk und den Leptænakalk betrifft, sehr einfach. Diese Schichten lassen sich ganz ungezwungen in das gewöhnliche Schema der schwedischen Silurstratigraphie einordnen und bilden eine Einheit vom baltischen Gepräge, etwa wie es das Siljansgebiet oder Öland tun.

Auch die Fauna ist schwedisch oder skandinavisch. Es kommen zwar ostbaltische Arten vor, wie im Chasmopskalk *Chasmops Wrangeli* und andere, aber sie treten nicht zahlreicher auf, als man sie in jedem neubearbeiteten schwedischen Silurgebiet erwarten könnte. Es ist auch nicht wahrscheinlich, dass die neu beschriebenen Trilobiten, wenn es sich in Zukunft zeigen sollte, dass sie grössere Verbreitung haben, dieses Verhältnis ändern werden, denn die ostbaltischen Trilobiten sind neuerdings und gründlich bearbeitet worden, während die schwedischen einer solchen Bearbeitung seit lange entbehren. Es ist deshalb viel wahrscheinlicher, dass die neuen Arten in Schweden wiedergefunden werden als im Ostbaltikum.

Was aber den Ostseekalk betrifft, verhält es sich etwas anders, und dieser bedarf auch einer eingehenderen Analyse. Ich gebe nun zuerst eine

**Tabelle über den Fossilinhalt der besonderen Gesteinsvarietäten.**

Fossilien	Söderötypus	Sundtypus	Örnästypus	Börstiltypus	Rotflamiger Ostseekalk	Grauer Ostseekalk	Palaeoporellakalk
<i>Phacops (Pterygometopus) sp.</i> . . . . .	—	—	—	—	+	—	—
( <i>Homalops</i> ) <i>Althumii</i> REM. . . . .	+	—	—	+	+	—	—
( <i>Chasmops</i> ) <i>wesenbergensis</i> FR. SCHM.	—	—	—	—	+	+	—
( <i>Chasmops</i> ) <i>wesenbergensis</i> v. <i>app-</i> <i>lanata</i> n. sp. . . . .	+	+	—	—	+	—	—
( <i>Chasmops</i> ) sp. . . . .	+	—	—	—	+	+	—
<i>Encrinurus multisegmentatus</i> PORTL. . . . .	—	—	—	+	—	—	—
<i>Seebachii</i> FR. SCHM. . . . .	—	—	+	+	+	+	—
<i>Acidaspis dalecarlicus</i> TQT. . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lichas laxatus</i> M'COY. . . . .	—	—	—	+	—	—	—
<i>Eichwaldi</i> NIESZK. . . . .	—	—	—	—	+	—	—

Fossilien	Söderötypus	Sundtypus	Örnästypus	Börstiltypus	Rotflammiger Östseekalk	Grauer Östseekalk	Palaeoporellakalk
<i>Remopleurides latus</i> OLIN . . . . .	+	—	+	+	+	+	—
<i>Calymene trinucleina</i> LNS mscr. . . . .	+	+	+	+	+	—	—
sp. . . . .	+	+	—	—	+	—	—
<i>Proetus</i> sp. . . . .	—	—	+	+	+	—	+
<i>Isotelus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Stygina latifrons</i> PORTL. . . . .	+	+	+	—	+	—	—
<i>Illænus Römeri</i> VOLB. . . . .	+	—	—	—	+	—	—
<i>Linnarssoni</i> HM. . . . .	+	+	—	—	+	+	—
<i>parvulus</i> HM. . . . .	—	—	—	—	—	+	—
<i>Masckei</i> HM. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
sp. . . . .	—	+	—	+	+	—	+
<i>Harpes Wegelini</i> A. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Trinucleus seticornis</i> HIS. . . . .	+	—	+	+	+	—	—
sp. . . . .	+	+	+	+	—	—	—
<i>Ampyx</i> sp. . . . .	—	—	+	—	—	—	—
<i>Ostracoda</i> . . . . .	+	+	—	+	+	+	+
<i>Cephalopoda</i> . . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Conularia rhodincensis</i> n. sp. . . . .	—	—	—	+	+	—	—
<i>bottnica</i> HM. . . . .	—	+	—	—	+	+	—
sp. . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Tetradium Wrangeli</i> FR. SCHM. . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Gastropoda</i> . . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Pelecypoda</i> . . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Lingula</i> sp. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Pholidops</i> sp.? . . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Craniade</i> . . . . .	+	—	—	—	+	—	—
<i>Acrotreta</i> sp. . . . .	+	—	—	—	—	—	—
<i>Atrypa marginalis</i> DM. . . . .	+	—	—	+	—	—	—
<i>imbricata</i> SOW. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Orthosina Verneuilii</i> v. <i>wesenbergensis</i> V. . . . .	—	—	—	—	—	—	—
D. P. . . . .	—	—	—	+	+	—	—
<i>sinuata</i> V. D. P. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Orthis</i> aff. <i>testudinaria</i> DM. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
sp. klein . . . . .	+	+	+	+	+	—	—
sp. gross . . . . .	+	—	—	—	+	+	—
<i>Platystrophia biforata</i> SCHLOTH. . . . .	+	+	—	+	+	—	—
<i>dorsata</i> HIS. . . . .	—	—	—	—	+	—	—

Fossilien	Söderötypus	Sundtypus	Örnästypus	Börstiltypus	Rotflammiger Ostseekalk	Grauer Ostseekalk	Palaeoporellakalk
<i>Strophomena rhomboidalis</i> WILK. . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>pseudodeltoidea</i> STOLL. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
sp. . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Leptæna sericea</i> SOW. . . . .	+	—	+	+	+	+	—
<i>Monticulipora</i> sp. . . . .	+	—	—	+	+	+	—
<i>Bryozoa</i> . . . . .	—	—	—	+	+	—	—
Crinoidenstiele . . . . .	+	—	—	—	+	—	—
<i>Halysites parallela</i> FR. SCHM. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
Rugose Korallen . . . . .	—	—	—	+	+	—	+
<i>Diplograptus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	+	—
sp. . . . .	—	—	—	+	—	—	—
<i>Climacograptus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	+	—
<i>Dicellograptus</i> sp. . . . .	—	—	—	—	—	+	—
Dendroide Graptoliten . . . . .	+	—	+	—	+	+	—
Spongien . . . . .	—	—	—	—	+	+	—
<i>Tetragonis Murchisonii</i> EICHW. . . . .	—	—	—	—	—	+	—
<i>Coelosphaeridium wesenbergense</i> STOLL. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Cyclocrinus Schmidtii</i> STOLL. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>balticus</i> STOLL. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
sp. . . . .	—	—	—	—	+	—	—
<i>Palæoporella</i> . . . . .	—	—	—	—	+	—	+
<i>Vermiporella</i> . . . . .	—	—	—	—	+	+	+

Wie aus der letzten Tabelle hervorgeht, ist in den verschiedenen Gesteinstypen der Fossilinhalt nicht ganz derselbe, mehrere Arten z. B. kommen nur in einem oder zwei Gesteinstypen vor. Es erhebt sich nun die Frage: Kann man innerhalb der hier als Ostseekalk bezeichneten Einheit verschiedene stratigraphische Glieder aufstellen oder, mit anderen Worten, besteht ein Altersunterschied zwischen den besonderen Gesteinstypen des Ostseekalks?

Ich glaube die Frage mit nein beantworten zu müssen, die Verschiedenheiten des Fossilinhaltes der verschiedenen Gesteinstypen sind anders zu deuten. Zum Teil dürfte die Verschiedenheit ganz zufällig sein und z. B. darauf beruhen, dass im rotflammigen Ostseekalk mehr gesammelt worden ist als in anderen Gesteinen. Auch kann man ja erwarten, dass die etwas verschiedene Gesteinsbeschaffenheit eine kleine Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Fauna und Flora mit sich bringt, auch wenn die Gesteine einander vollständig äquivalieren.

Es deutet im Gegenteil der ganze Fossilinhalt auf dasselbe Alter, und wenn wir Arten, welche in drei oder vier der Gesteinstypen vorkommen, durchmustern, so ergibt es sich, dass sich unter diesen folgende, stratigraphisch sehr bedeutsame Arten finden, nämlich: *Phacops Altumii*, *Chasmops wesenbergensis* mit der Varietät *applanata*, *Encrinurus Seebachii*, *Remopleurides latus*, *Calymene trinucleina*, *Stygina latifrons* und *Trinucleus*. Ich bin deshalb der Ansicht, dass ich im Recht bin, wenn ich bei der Altersbestimmung des Ostseekalks mit dem ganzen Fossilinhalt sämtlicher Gesteinstypen rechne.

Der Palæoporellakalk, der fast gar keine Fossilien enthält, kommt natürlich nicht in Betracht.

Was nun das Alter des nordbaltischen Ostseekalks betrifft, so bin ich der Ansicht, dass er wenigstens zum allergrössten Teil dem schwedischen Trinucleus-Schiefer entspricht.

Von den im Ostseekalk gefundenen Versteinerungen sind 33, oder wenn man *Conularia rhodinensis* und *Tetradium Wrangeli* zusammenrechnet, 32 auch der Art nach bestimmt. Von diesen 32 Arten können zwei, *Phacops Altumii* und *Conularia bottnica*, nicht in Betracht kommen, weil sie noch nicht in fester Kluft gefunden worden sind. Bleiben also 30 Arten übrig.

Von diesen 30 Arten sind 3 oder 10 %, *Remopleurides latus*, *Illænus parvulus* und *Platystrophia dorsata*, nur in Chasmopskalk gefunden worden. 36,6 % oder 11 Arten, *Chasmops wesenbergensis*, *Ch. wesenbergensis* v. *applanata*, *Encrinurus Seebachii*, *Acidaspis dalecarlicus*, *Lichas Eichwaldii*, *Calymene trinucleina*, *Stygina latifrons*, *Orthisina Verneulii* v. *wesenbergensis*, *Coelosphaeridium wesenbergense*, *Cyclocrinus Schmidtii* und *C. balticus* sind ausschliesslich entweder in Trinucleusschiefer oder in der Wesenberger Schicht gefunden worden. Hierhin dürfte auch *Trinucleus seticornis* zu rechnen sein, was die obenerwähnten Zahlen auf 12 bzw. 40 % erhöht. *Trinucleus seticornis* gehört zwar im Ostbaltikum der Lyckholmer Schicht an, aber wenigstens derjenige Teil der Lyckholmer Schicht, worin diese Art vorkommt, muss zusammen mit der Wesenberger Schicht unserem Trinucleusschiefer entsprechen.

Grosse vertikale Verbreitung, auch das Niveau des Trinucleusschiefers umfassend, haben folgende 8 Arten, welche 26,6 % ausmachen, nämlich: *Lichas laxatus*, *Illænus Römeri*, *I. Linnarssoni*, *Platystrophia biforata*, *Orthisina sinuata*, *Strophomena rhomboidalis*, *S. pseudodeltoidea* und *Leptæna sericea*.

Schwieriger ist es, die Arten zu beurteilen, welche in der Lyckholmer Schicht und im Leptænakalk zuhause sind. Ihrer sind 7, und sie machen 23,3 % aus. Von diesen kommen *Illænus Masckei*, *Conularia rhodinensis* und *Tetragonis Murchisonii* nur in der Lyckholmer Schicht vor, und man kann sich da denken, dass sie zum obenerwähnten unteren Teil gehören. Die übrigen Arten aber: *Encrinurus multisegmentatus*, *Harpes Wegelini*, *Atrypa marginalis* und *Halysites parallela* kommen auch in dem Leptænakalk, resp. der Borkholmer Schicht vor. Man kann sich bei der Deutung dieser 4 oder 7 Arten zwei Möglichkeiten denken. Ent-

weder gehen sie etwas tiefer, als man bisher gewusst hat, oder auch reicht der Ostseekalk, obgleich die grosse Hauptmasse dem Trinucleusschiefer entspricht, etwas höher in die Schichtenfolge hinauf, so dass ein oberster Teil wirklich einem Teil des Leptænakalks entspricht. Welche Deutung hier die richtige ist, ist einstweilen unmöglich zu entscheiden.

Der Kluftort des Ostseekalks liegt zwischen einerseits Estland, wo das Trinucleusniveau als Kalk entwickelt ist, und anderseits den Silurgebieten in Dalarne und Östergötland, wo dieses Niveau hauptsächlich als Schiefer entwickelt ist. Selbst ist der Ostseekalk petrographisch entschieden mit ostbaltischer Facies entwickelt, und man sollte deshalb erwarten, auch bei der Fauna einen mehr überwiegend ostbaltischen Charakter zu finden, als es wirklich der Fall ist, wie aus folgender Erörterung hervorgeht.

Ich fasse den geographischen Charakter der in Betracht kommenden Arten so auf, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

	Westliche Arten	Indifferente Arten	Östliche Arten
<i>Chasmops wesenbergensis</i> . . . . .	—	—	+
<i>wesenbergensis</i> v. <i>applanata</i> . . . . .	—	—	+
<i>Encrinurus multisegmentatus</i> . . . . .	—	+	—
<i>Seebachi</i> . . . . .	—	—	+
<i>Acidaspis dalecarlicus</i> . . . . .	+	—	—
<i>Lichas laxatus</i> . . . . .	+	—	—
<i>Eichwaldii</i> . . . . .	—	—	+
<i>Remopleurides latus</i> . . . . .	+	—	—
<i>Calymene trinucleina</i> . . . . .	+	—	—
<i>Stygina latifrons</i> . . . . .	+	—	—
<i>Illænus Römeri</i> . . . . .	—	+	—
<i>Linnarssonii</i> . . . . .	—	+	—
<i>parvulus</i> . . . . .	+	—	—
<i>Masckei</i> . . . . .	—	—	+
<i>Harpes Wegelini</i> . . . . .	—	+	—
<i>Trinucleus seticornis</i> . . . . .	+	—	—
<i>Conularia rhodinensis</i> . . . . .	—	—	+
<i>Orthosina Verneulii</i> v. <i>wesenbergensis</i> . . . . .	—	—	+
<i>sinuata</i> . . . . .	—	+	—
<i>Halysites parallela</i> . . . . .	—	—	+
<i>Diplograptus</i> . . . . .	+	—	—
<i>sp.</i> . . . . .	+	—	—
<i>Climocograptus</i> . . . . .	+	—	—
<i>Dicellograptus</i> . . . . .	+	—	—
<i>Tetragonis Murchisonii</i> . . . . .	—	—	+
Summa	11	5	9



Auch wenn die geographische Bedeutung der Arten etwas abweichend aufzufassen wäre, so würde doch immer ein sehr bedeutendes Kontingent von reinen Trinucleusschieferarten übrig bleiben, welche in diesem Zusammenhange als skandinavisch und westlich aufzufassen sind. Als Resultat der tiergeographischen Untersuchung ergibt sich, dass die Fauna wenigstens ebensoviele skandinavische Elemente enthält wie ostbaltische, was ja im Hinblick darauf, dass das Gestein ganz ostbaltisch entwickelt ist, ziemlich unerwartet war. Es ist die allgemeine europäische Trinucleusschieferfauna, welche sich am Aussenrand des ostbaltischen Trinucleusgesteins noch kräftig geltend macht.

Trotzdem ist das ostbaltische Kontingent der Ostseekalkfauna doch immer gross genug, um diesem Gliede ein mehr ostbaltisches Gepräge zu geben, als es der Trinucleusschiefer hat.

Diese petrographische und faunistische Beschaffenheit des Ostseekalks gibt auch dem Untersilur des nordbaltischen Gebiets ein mehr ostbaltisches Gepräge, als es sonstige skandinavische Silurgebiete haben, vielleicht jedoch mit Ausnahme des mittelbaltischen Gebiets, welches man in dieser Beziehung noch zu wenig kennt, dessen Lage aber ein sehr ostbaltisches Gepräge erwarten lässt.

---

### Verzeichnis und Lage der Fundorte.

- Alby.* Kleines Gut in der Gemeinde Haga, NW von der Stadt Sigtuna.  
*Andersöarne.* Kleine Inseln bei Skaten im Kirchspiel Börstil, Ostküste Uplands.  
*Assjö.* Dorf in Börstil, W von der Stadt Östhammar.  
*Beateberg.* Landgut im Kirchspiel Rø an der Eisenbahn Stockholm—Rimbo.  
*Bilan.* Landspitze aus dem nördlichsten Ausläufer des Upsala-Ås im nördlichen Upland. Kirchspiel Älfkarleby.  
*Biludden.* Dieselbe Stelle.  
*Björktögen.* Insel im Kirchspiel Börstil, SO von der Stadt Öregrund.  
*Björns hög.* Grabhügel bei Håga, SW von Upsala.  
*Blöka.* Dorf im Kirchspiel Ununge, N vom See Erken.  
*Bolka.* Dorf auf Söderön in der Gemeinde Börstil.  
*Bolstaholm.* Ziegelei, S von Geta im Kirchspiel Finström auf Åland.  
*Boviken.* Meerbusen zwischen Skaten och Torrön, SO von der Stadt Öregrund. Gemeinde Börstil.  
*Broby.* Gut im Kirchspiel Söderby-Karl, N von der Stadt Norrtelje.  
*Bönan.* Halbinsel, NO von Gefle.  
*Börstil.* Kirchspiel im östlichen Upland, unweit der Stadt Östhammar.  
*Djuphagen.* Insel in Börstil, SO von Öregrund.  
*Djursholm.* Villenstadt bei Stockholm.  
*Eckerö.* Gemeinde, welche die westlichste der grösseren Ålandsinseln umfasst.  
*Fggegrund.* Insel mit Leuchtturm, nördlich von Bilan, östlich von Gefle.  
*Ekeby.* Ziegelei bei Upsala.  
*Ekolsund.* Schloss am Mälarsee im Kirchspiel Husby Sjutolft.  
*Elmsta.* Dorf im Kirchspiel Vaddö am Nordende des Vaddö-Kanals.  
*Erikslund.* Tongrube in einer Vorstadt von Upsala.  
*Ersholmen.* Insel in Börstil, SO von Öregrund.  
*Fanton.* Insel in Börstil, W von Singön.  
*Finby.* Dorf im Kirchspiel Sund, nördlich vom Meerbusen Lumparn, Åland.  
*Fröby.* Dorf im Kirchspiel Hammarland auf Åland.  
*Galghacken.* Galgenberg bei Upsala.  
*Gamla Upsala.* Alt-Upsala, nördlich von der Stadt.  
*Granboda.* Auf der Insel Lemland, Åland.  
*Grisslehamn.* Badeort im östlichen Upland, Åland gegenüber.  
*Gräsön.* Grosse Insel vor Öregrund.  
*Hammarland.* Gemeinde auf dem s. g. festen Åland.  
*Haraldsby.* Dorf im Kirchspiel Saltvik auf Åland.  
*Haraldsby holme.* Inselchen bei der Fährre zwischen Saltvik und Finström auf Åland.  
*Harg* Eisenwerk. Endstation der Eisenbahn Dannemora—Harg.  
*Hjelmunge.* Dorf im Kirchspiel Hållnäs, NO Upland.  
*Holmsta.* Dorf im Kirchspiel Löfsta.  
*Hulta.* Dorf auf Åland, an der Ostküste im Kirchspiel Sund.  
*Håga.* Gehöft, SW von Upsala.  
*Höganäs.* Kate bei Skaten am Meer in Börstil.  
*Jomala.* Gemeinde, N von Mariehamn auf Åland.  
*Kalfudden.* Bei Skaten, SO von Öregrund.  
*Kalmar.* Dorf, NO von Mariehamn, Gemeinde Jomala. Åland.

- Karby.* Dorf im Kirchspiel Estuna, zwischen dem See Erken und der Stadt Norrtelje.
- Kragsta.* Dorf im Kirchspiel Lohärad, unweit der vorigen Stelle.
- Kristineholm.* Landgut am Westende des Sees Erken, NW von Norrtelje.
- Krusenberg.* Landgut am Mälarsee, südlich von Upsala.
- Kyrkbacken.* Saltvik. Anhöhe, worauf die Kirche steht. Åland.
- Lemland.* Eine der Ålandsinseln.
- Limön.* Insel. Lotsenstation vor Gefle.
- Lumparn.* Weites Wasser zwischen den Ålandsinseln.
- Långboda.* Kate zu Kristineholm. Liegt im Kirchspiel Edsbro.
- Mariehamn.* Stadt auf Åland.
- Marum.* Dorf auf der Insel Björkö, NO von der Stadt Norrtelje.
- Melby.* Gehöft, NNW von Upsala.
- Mälby.* Dorf auf der grossen Halbinsel Söderön in Börstil.
- Notsta.* WAHLENBERGS altes Lokal. Auf der Karte steht Notsta. Dorf im Kirchspiel Frötuna, SW von Norrtelje.
- Norrskedika.* Dorf in Börstil.
- Nyby.* Dorf, WNW von Uppsala.
- Posta.* Dorf im Kirchspiel Hammarland auf dem s. g. festen Åland.
- Raggarön.* Insel zwischen Harg und Singön in der Gemeinde Börstil.
- Ramslångan.* Insel bei Singön.
- Risslingby.* Dorf in der Gemeinde Söderby Karl.
- Rosenbergs.* Gehöft im Kirchspiel Finström auf Åland.
- Rödbo.* Ziegelei nördlich von Upsala.
- Salsta.* Landgut nördlich von Upsala.
- Saltvik.* Gemeinde auf Åland.
- Simpnäs.* Dorf auf der Insel Björkö, NO von Norrtelje.
- Skarpnätö.* Gehöft in Hammarland, SW von Geta auf Åland.
- Skaten.* Gehöft auf dem Festland, SO von Öregrund.
- Skälstenarne.* Kleine Insel im offenen Meer vor Gefle.
- Slemmern.* Meerbusen, O von Mariehamn auf Åland.
- Sneslingekulla.* Dorf in der Gemeinde Börstil, NW von Östhammar.
- Spjutbo.* Kate, 2 km NW vom Eisenwerk Löfsta.
- Spångtorpet.* Kate zu Kristineholm am See Erken, Gemeinde Lohärad.
- Stabby, Söderby Karl.* N von Norrtelje.
- Stabby, Upsala.* Gehöft, W von Upsala.
- Stenskar.* Inselchen im Kirchspiel Hällnäs im nördlichen Upland.
- Stora Torrön.* Gehöft auf dem Festland, SO von Öregrund.
- Sund.* Dorf in Börstil auf Söderön am Wege zwischen Öregrund und Östhammar.
- Sundbyberg.* Vorstadt von Stockholm.
- Sunnersta.* Landgut, S von Upsala.
- Svartmara.* Dorf, WSW von der Kirche in der Gemeinde Finström auf Åland.
- Söderarm.* Leuchtturm, einige Meilen vor Norrtelje.
- Söderby, Börstil.* Dorf im Kirchspiel Börstil auf Söderön.
- Söderby, Karl.* Gemeinde, N von Norrtelje.
- Söderby, Lemland.* Dorf, SO von Mariehamn auf Åland.
- Söderby, Singön.* Dorf auf der Insel Singön.
- Söderby, Söderön.* Dorf auf Söderön.
- Söderön.* Grosse Halbinsel im Kirchspiel Börstil.
- Tomta.* Dorf am Ufer des Ortalaviken, SW von Grisslehamn.
- Torrön.* Gehöft auf dem Festland, SO von Öregrund.
- Trästa.* Dorf am Ufer des Ortalaviken, SSW von Grisslehamn.
- Trödje.* Dorf, ein paar Meilen nördlich von Gefle.

- Uttuna.* Landwirtschaftliche Hochschule bei Upsala.  
*Ulriksberg.* Gut in der Nähe von Granbo im Kirchspiel Börstil.  
*Vackerberga.* Dorf im Kirchspiel Husby Långhundra.  
*Vaksala.* Gemeinde, O von Upsala.  
*Vattholma.* Eisenwerk, N von Upsala.  
*Vårdsätra.* Landgut am Mälaren, unweit Upsala.  
*Ytterby.* Dorf im Kirchspiel Jomala, NO von Mariehamn auf Åland.  
*Ytternäs* bei Mariehamn auf Åland.  
*Yxen.* Insel im Kirchspiel Börstil, unweit Raggarön, Fanton und Singön.  
*Åland.* Ålandsinseln.  
*Ängskär.* Hafen des Eisenwerks Löfsta im nördlichen Upland.  
*Öfverby.* Dorf im Kirchspiel Jomala, ONO von Mariehamn auf Åland.  
*Önningsby.* Dorf im Kirchspiel Jomala, ONO von Mariehamn auf Åland.  
*Örnäs.* Nördlicher Ausläufer des Börstils-Ås ins Meer.  
*Öster Edsvik.* Dorf auf der Insel Björkö, NO von Norrtelje.
-

## Inhalts-Übersicht.

Vorrede . . . . .	73
<b>Ceratopygekalk</b> . . . . .	74
1. <i>Vorkommen in fester Kluft</i> . . . . .	74
2. <i>Vorkommen als Geschiebe</i> . . . . .	77
<i>Die Fauna</i> . . . . .	79
<i>Tabellarische Übersicht</i> . . . . .	83
<b>Orthocerenkalk</b> . . . . .	83
<i>Die Gesteine</i> . . . . .	85
<i>Die Fauna</i> . . . . .	86
<i>Tabellarische Übersichten</i> . . . . .	104
<b>Chasmopskalk</b> . . . . .	105
<i>Die Gesteine</i> . . . . .	105
<i>Die Fauna</i> . . . . .	105
<i>Tabellarische Übersichten</i> . . . . .	122
<b>Ostseekalk</b> . . . . .	123
<i>Vorkommen der Facies des Ostseekalkes</i> . . . . .	123
<i>Das Gestein im Nordbaltikum</i> . . . . .	127
<i>Die Fauna</i> . . . . .	129
<i>Tabellarische Übersicht</i> . . . . .	152
<b>Leptænakalk</b> . . . . .	149
<i>Das Gestein</i> . . . . .	149
<i>Die Fauna</i> . . . . .	150
<i>Tabellarische Übersicht</i> . . . . .	152
<b>Folgerungen</b> . . . . .	153
<b>Verzeichnis und Lage der Fundorte</b> . . . . .	159
<b>Inhalts-Übersicht</b> . . . . .	162
<b>Erklärung der Tafeln</b> . . . . .	163

## Erklärung der Tafeln.

## Pl. V.

*Megalaspis limbata v. elongata* FR. SCHM.

1. Zusammengerolltes Exemplar. Kopf. Geschiebe Trästa Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
2. Dasselbe Exemplar. Pygidium.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus Robergii* n. sp.

3. Der Kopf von oben. Geschiebe Simpnäs Nr. 5.  $\frac{1}{1}$ .
4. Dasselbe Exemplar  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus praeustus* TQT.

5. Ganzes Exemplar. Geschiebe Alby Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
6. Ganzes Exemplar. Geschiebe Ö. Edsvik Nr. 4.  $\frac{1}{1}$ .

*Megalaspides* sp.

7. Dreieckiges Pygidium. Geschiebe Kristineholm Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
8. Pygidium mit Limbus. Geschiebe Eggegrund Nr. 6.  $\frac{1}{1}$ .
9. Hinten abgerundetes Pygidium. Geschiebe Bilan Nr. 4.  $\frac{1}{1}$ .
10. Hinten abgerundetes Exemplar mit Andeutung zu Limbus. Geschiebe Limön Nr. 30.  $\frac{1}{1}$ .

*Megalaspis limbata* S. und B.

11. Kopfschild. Geschiebe Trästa Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
12. Pygidium. Geschiebe Trästa Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus cornutus* PAND.

13. Kleiner Kopf. Geschiebe Önningby Nr. 4.  $\frac{1}{1}$ .
14. Grosser Kopf. Geschiebe Önningby Nr. 6.  $\frac{1}{1}$ .
15. Hypostoma des Exemplars Fig. 13.  $\frac{1}{1}$ .

## Pl. VI.

*Asaphus cornutus* PAND.

1. Kopf von oben. Geschiebe Ytterby Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
2. Dasselbe Exemplar.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus ludibundus* TQT.

3. Ganzes zusammengerolltes Exemplar. Geschiebe Posta Nr. 3.  $\frac{1}{1}$ .
4. Dasselbe Exemplar von der Seite.  $\frac{1}{1}$ .
5. Dasselbe Exemplar. Pygidium.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus uplandicus* n. sp.

6. Das Exemplar im Geschiebe Djuphagen Nr. 7.  $\frac{1}{1}$ .
7. Das Exemplar im Geschiebe Galgbacken Nr. 5.  $\frac{1}{1}$ .
8. Dasselbe Exemplar wie Fig. 7.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus pratextus* TQT.

9. Pleuraende des Exemplars Fig. 12.  $\frac{1}{1}$ .
10. Kopfschild des Exemplars Fig. 12.  $\frac{1}{1}$ .
12. Ganzes Exemplar. Geschiebe Ekeby Nr. 77.  $\frac{1}{1}$ .
13. Kopfschild. Geschiebe Galgbacken Nr. 31.  $\frac{1}{1}$ .

(11. ist ein Pygidium, wahrscheinlich von *A. ludibundus*, welches aus Versehen mitgekommen ist.)

*Asaphus Wahlenbergii* n. sp.

14. Kopf von oben. Geschiebe Håga Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
15. Dasselbe Exemplar von der Seite.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus fennicus* n. sp.

16. Ganzes Exemplar. Geschiebe Haraldsby Nr. 1.  $\frac{2}{1}$ .

*Asaphus Kovalewskii* LAWROW.

17. Abguss eines Abdruckes. Geschiebe Åland Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus aculeatus* n. sp.

18. Kopf. Geschiebe Trästa Nr. 20.  $\frac{1}{1}$ .
19. Dasselbe Exemplar von der Seite.  $\frac{1}{1}$ .
20. Kopf des Exemplars Fig. 21.  $\frac{1}{1}$ .
21. Dasselbe Exemplar. Geschiebe Trästa Nr. 20.  $\frac{1}{1}$ .

*Asaphus raniceps* DM.

22. Kopf. Geschiebe Skaten Nr. 3.  $\frac{1}{1}$ .

## Pl. VII.

*Phacops exilis* EICHW.

1. Kopf von vorne. Geschiebe Sunnersta Nr. 3.  $\frac{3}{2}$ .
2. Derselbe Kopf von oben.  $\frac{3}{2}$ .
3. Ein anderer Kopf. Geschiebe Ekeby Nr. 78.  $\frac{3}{2}$ .
4. Das Exemplar Fig. 2 von der Seite.  $\frac{3}{2}$ .
5. Pygidium. Geschiebe Ö. Edsvik Nr. 27.  $\frac{3}{2}$ .

*Chasmops Wrangeli* FR. SCHM.

6. Kopf von der Seite. Geschiebe Saltvik Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
7. Dasselbe Exemplar von oben.  $\frac{1}{1}$ .

*Diaphanometopus lineatus* A.

8. Fragment des Kopfes, ohne Schale. Fest anstehend auf Limön.  $\frac{1}{1}$ .

*Pliomera actinura*. DM.

9. Kopf von oben. Fest anstehend. Limön.  $\frac{1}{1}$ .
10. Derselbe von oben und vorne.  $\frac{1}{1}$ .

11. Thorax und Pygidium. Ebendaher.  $\frac{1}{1}$ .  
12. Pygidium. Ebendaher.  $\frac{1}{1}$ .

*Cybele adornata* TQT.

13. Kopf von der Seite. Geschiebe Mälby Nr. 30.  $\frac{1}{1}$ .  
14. Derselbe von oben.  $\frac{1}{1}$ .

*Trilobit.*

15. Fragment des Kopfes. Geschiebe Limön Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .

*Lichas bottniensis* n. sp.

16. Kopf. Geschiebe Ö. Edsvik Nr. 6.  $\frac{1}{1}$ .

*Ampyx* sp.

17. Kopf. Geschiebe Örnäs Nr. 3.  $\frac{4}{1}$ .

*Illænus mirus* n. sp.

18. Kopfschild. Geschiebe Ekeby Nr. 102.  $\frac{1}{1}$ .

*Holometopus nitens* n. sp.

19. Kopf. Geschiebe Ekeby Nr. 11.  $\frac{3}{2}$ .  
20. Pygidium. Geschiebe Ekeby Nr. 81.  $\frac{3}{2}$ .

*Ampyx rostratus* Sars.

21. Ganzes Exemplar. Geschiebe Ekeby Nr. 88.  $\frac{2}{1}$ .

*Ptychopyge (Basilicus)* sp.

22. Pygidium. Geschiebe Simpnäs Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .

*Megalaspis planilimbata* A.

23. Pygidium. Geschiebe Grisslehamn Nr. 71.  $\frac{1}{1}$ .

*Lycophoria laevis* STOLLEY.

24. Von der unteren Seite. Geschiebe Grisslehamn Nr. 59.  $\frac{1}{1}$ .  
25. Dasselbe Exemplar von oben.  $\frac{1}{1}$ .  
26. Dasselbe Exemplar von vorn.  $\frac{1}{1}$ .  
27. Dasselbe Exemplar von der Seite.  $\frac{1}{1}$ .

*Orthis calligramma* DM.

28. Von der Seite. Geschiebe Stabby, Söderby Karl Nr. 2.  $\frac{1}{1}$ .  
29. Dasselbe Exemplar von oben.  $\frac{1}{1}$ .  
30. Dasselbe Exemplar von unten.  $\frac{1}{1}$ .

*Conularia Holmii* n. sp.

31. Querschnitte. Geschiebe Galghacken Nr. 7.  $\frac{1}{1}$ .  
32. Dasselbe Exemplar von der Seite.  $\frac{1}{1}$ .  
33. Dasselbe Exemplar. Skulptur.  $\frac{3}{1}$ .



*Caryocystites* sp.

34. Von oben. Geschiebe Stabby, Söderberg Karl Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .  
 35. Dasselbe Exemplar von der Seite.  $\frac{1}{1}$ .

*Chimacograptus* sp.

36. Distales Stück. Geschiebe Mälby Nr. 1.  $\frac{4}{1}$ .  
 37. Proximales Stück. Geschiebe Mälby Nr. 1.  $\frac{4}{1}$ .

*Diplograptus* sp. Nr. 2.

38. Proximales Stück. Geschiebe Grisslehamn Nr. 10.  $\frac{3}{1}$ .  
 39. Proximales Stück aus demselben Geschiebe.  $\frac{3}{1}$ .

*Diplograptus* sp.

40. Proximales Stück. Geschiebe Mälby Nr. 1.  $\frac{4}{1}$ .

*Dicellograptus* sp.

41. Proximales Stück. Geschiebe Spjutbo Nr. 1.  $\frac{4}{1}$ .

*Diplograptus* sp.

42. Proximales Stück. Geschiebe Assjö Nr. 1.  $\frac{3}{1}$ .  
 43. » » » » » » »  
 44. » » » » » » »

## Pl. VIII.

*Stygina latifrons* PORTL.

1. Geschiebe Norrskedika Nr. 16.  $\frac{1}{1}$ .

*Chasmops wesenbergensis* v. *applanata* n. v.

2. Kopf von der Seite. Geschiebe Ekeby Nr. 26.  $\frac{1}{1}$ .  
 3. Derselbe von oben.  $\frac{1}{1}$ .

*Illænus Römeri*.

4. Kopf. Geschiebe Andersörarna Nr. 1.  $\frac{2}{1}$ .

*Isotelus* sp.

5. Pygidium ohne Schale. Geschiebe Torrön Nr. 7.  $\frac{1}{1}$ .  
 6. Pygidium mit Schale. Geschiebe Ekeby Nr. 49.  $\frac{1}{1}$ .

*Phacops Altumii* REM.

7. Fragment des Kopfes. Geschiebe Norrskedika 13.  $\frac{3}{2}$ .  
 8. » » » » Söderby, Söderön 2.  $\frac{3}{2}$ .  
 9. » » » » Söderby, Söderön 2.  $\frac{3}{2}$ .  
 10. Pygidium. Sund Nr. 5.  $\frac{2}{1}$ .

*Dindymene* sp.

11. Kopf. Geschiebe Rosenbergs Nr. 2.  $\frac{6}{1}$ .

*Illænus Linnarssoni* HM.

- . Kurzes Pygidium. Geschiebe Norrskedika Nr. 6.  $\frac{1}{1}$ .
- . Facette dieses Exemplars.  $\frac{4}{1}$ .
- . Facette des Exemplars Fig. 15. Geschiebe Norrskedika Nr. 13.  $\frac{2}{1}$ .
- . Pygidium.  $\frac{1}{1}$ .

*Illænus fallax* HM.

- . Freie Wange des Exemplars Fig. 17.  $\frac{1}{1}$ .
- . Ganzes Exemplar. Geschiebe Björktögen Nr. 7.  $\frac{1}{1}$ .

*Illænus oblongatus* A.

- . Facette.  $\frac{3}{1}$ .
- . Pygidium desselben Exemplars.  $\frac{1}{1}$ .

*Illænus parvulus* HM.

- . Kopfschild von vorne. Geschiebe Tomta Nr. 3.  $\frac{2}{1}$ .
- . Dasselbe von oben.  $\frac{2}{1}$ .
- . Dasselbe von der Seite.  $\frac{2}{1}$ .

*Lichas laxatus* M.'Cov.

- . Kopfschild. Geschiebe Assjö Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .

*Harpes Wegelini* A.

- . Kopf. Geschiebe Kalmar Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .

*Remopleurides latus* OLIN.

- . Mittelschild des Kopfes. Geschiebe Assjö Nr. 1.  $\frac{3}{2}$ .
- . Pygidium. Geschiebe Mälby Söderön Nr. 24.  $\frac{3}{1}$ .
- . Dasselbe Exemplar wie Fig. 25, von vorne.  $\frac{3}{2}$ .

*Calymene trinucleina* LNS mscr.

- . Kopfschild. Geschiebe Sund Nr. 12.  $\frac{1}{1}$ .
- . Kopfschild. Geschiebe Norrskedika Nr. 1.  $\frac{1}{1}$ .
- . Pygidium. Geschiebe Norrskedika Nr. 1.  $\frac{2}{1}$ .
- . Dasselbe von der Seite.  $\frac{2}{1}$ .
- . Skulptur des Exemplars Fig. 28.  $\frac{5}{1}$ .

*Encrinurus Seebachii* FR. SCHM.

- . Pygidium. Geschiebe Sund Nr. 6.  $\frac{1}{1}$ .

*Encrinurus multisegmentatus* PORTL.

- . Pygidium. Geschiebe Bolka Nr. 5.  $\frac{1}{1}$ .

*Lichas Eichwaldi* NIESZK.

- . Längsprofil des Kopfes. Geschiebe Torrön Nr. 7.  $\frac{1}{1}$ .
- . Dasselbe Exemplar.  $\frac{1}{1}$ .

*Acidaspis dalecarlica* TQT.

- . Pygidium. Geschiebe Norrskedika Nr. 1.  $\frac{2}{1}$ .

*Conularia rhodinensis* n. sp.

- 38. Exemplar aus Geschiebe Norrskedika Nr. 10.  $\frac{1}{1}$ .
  - 39. Skulptur dieses Exemplars.  $\frac{6}{1}$ .
  - 40. Querschnitte derselben.  $\frac{1}{1}$ .
  - 41. Exemplar aus dem Geschiebe Mälby Nr. 11.  $\frac{1}{1}$ .
  - 42. Skulptur dieses Exemplars. Distales Stück.  $\frac{6}{1}$ .
  - 43.     "         "         "         Proximales Stück.  $\frac{6}{1}$ .
- ◆—

### 3. Geological fragments from Tierra del Fuego

by

J. Gunnar Andersson.

With plates 9—12.

---

As a member of the Swedish Antarctic Expedition I was able in Sept.—Nov. 1902 to spend some time in studying the geology of several places in Tierra del Fuego. Although the range of my excursions was very limited, I was fortunate enough to make some finds of noticeable interest. If my collections of fossils and rocks had reached home and been closely examined, I might have been able to clear up some points in the geological history of this region. But the most important fossils — those from Bahia Tekenika — I collected just as we were about to leave the archipelago on our way to the South; all collections were kept on board the *Antarctic* and were lost with it in the Erebus and Terror Gulf. Now there remains of the material once in my possession, only the field notebook with some few lines and sketches which I publish mainly as hints to the two young Swedish geologists, Messrs. Halle and Quensel, who, during their present voyage to the Magellan Territories, will resurvey the localities visited by me.

#### The age of the Fuegian cordillera.

Of the age of the rocks forming the constituents of the Fuegian cordillera, very little is known, as only a very few scattered fossils of a doubtful character have been found in this region.

In 1839 JAMES D. DANA, as geologist of the United States Exploring Expedition under the command of CHARLES WILKES, visited Nassau Bay in the southern part of the Fuegian archipelago. Here he found, on the east coast of the Hardy Peninsula, a series of sedimentary rocks consisting of finegrained argillaceous shale alternating with sandstone and coarse conglomerate.

These sedimentary beds are seldom horizontal, but dip from some few degrees to a vertical position, the amount of dip being dependent, in part, on the intersecting dykes of greenstone and trachyte.

»Only a single species of fossil was observed in this formation. It was found on the shores of Nassau Bay, about half way from Orange Harbour to the head of the bay, and occurred in a compact argillaceous shale, where the rock was passing to an argillaceous sandstone.» The fossil was named by DANA *Helicurus fuegiensis* and considered to be allied to *Belemnites*.

In Orange Bay (the southernmost part of Nassau Bay) where DANA had made his geological observations, the French *Romanche*-expedition passed the year 1882—1883. The rock specimens collected during this time, described by Dr. HYADES,<sup>1</sup> give a good idea of the variety of igneous rocks contained in this region. But only little attention was paid to the sedimentary constituents, and it is surprising that the French naturalists did not during their prolonged stay at the place, rediscover the fossiliferous bed found by DANA during a day's excursion.

I think it very probable that the fossiliferous beds which I found a little further to the north, in Tekenika Bay, are nearly allied to those described by DANA.

In some places within the southern Fuegian archipelago the French expedition collected specimens of slaty or schistose rocks which were found to contain traces of *foraminifera*. These localities are Cape Webley on the north side of the mouth of Tekenika Bay (schiste argileux), Button Island on the west side of Navarin Island (schiste ardoisier) and Ushuaia Peninsula on the north coast of the Beagle Channel (schiste quartzeux). Concerning the foraminifera found on Button Isl. it is stated: »On puisse y reconnaître des formes anciennes (carbonifères ou permienues) rappelant celles des *Textularia* ou de *Climacamina*. Nous ne pensons pas qu'une détermination paléontologique aussi incertaine permette d'arriver à des conclusions nettes relativement à l'âge de ces roches.»<sup>2</sup>

In an appendix to Dr. HYADES' volume on the geological collections of the *Romanche*-expedition, is published a description of the rock-specimens collected 1882 in Tierra del Fuego by M. D. LOVISATO. On the north side of Staten Island, at Cape Conway and the adjacent New Year Islands he found in slaty, partly calcareous beds, some indistinct fossils which are compared with *Phymatoderma coelatum* SAPORTA of the jurassic beds of France, *Palæospongia prisca* BORNEMANN and *Coscynocyathus calathus* BORNEM. of the Cambrian formation of Sardinia.<sup>3</sup> It is evident that these determinations do not settle the age of the beds in which they were found.

<sup>1</sup> Mission scientifique du Cap Horn. Tome 4. Géologie par HYADES. Paris 1887.

<sup>2</sup> HYADES, l. c. Pag. 130.

<sup>3</sup> HYADES, l. c. Pag. 223.

In the Straits of Magellan, in that part of this large inland water-way where it curves from southward to northwestward, in the vicinity of Mount Tarn, have been made some important fossil finds, which throw a much clearer light upon the age of the Fuegian cordillera than the doubtful traces of fossils above mentioned.

CHARLES DARWIN during his voyage on the *Beagle*, collected, some few miles north of Port Famine and on the summit of Mount Tarn in beds belonging to his »clay-slate formation», the following fossils: *Ancylloceras simplex* D'ORBIGNY, *Hamites elatior* SOW., *Fusus*, *Natica*, *Lucina exentrica* SOW., *Venus*, *Turbinolia*?, *Pentacrinus*.<sup>1</sup>

Some more fossils were collected at Mont Tarn in 1837 by HOMBRON and GRANGE belonging to DUMONT D'URVILLE'S Antarctic expedition. These fossils were determined by D'ORBIGNY as *Ancylloceras simplex* D'ORB., *Plicatula* and *Modiola* and considered as being of Neocomian age.<sup>2</sup>

More recently, some further fossil finds were made in the vicinity of Mount Tarn, on the small islands of St. Paul's and St. Peter's by CH. H. TOWNSEND during the voyage of *U. S. S. Albatross* 1887—1888. These specimens were determined by CH. A. WHITE as *Hamites elatior* FORBES? and *Lucina Townsendi* n. sp. and considered to be most probably of Cretaceous age.<sup>3</sup> These same species were recognized together with several others by WELLER in a small collection brought home by STOKES from the Swedish Antarctic Expedition and explained by WELLER as originating from middle or upper Cretaceous beds.<sup>4</sup> Moreover *Lucina Townsendi* is reidentified by WILCKENS as having been collected in great numbers by the Swedish Expedition on Snow Hill as well as on Seymour Island. All the Cretaceous beds of these two islands are considered by KILIAN and WILCKENS as belonging to the upper part of that system (Cenomanian-Senonian).<sup>5</sup>

The above mentioned fossils are, as far as I know, the only ones hitherto recorded from the region of the Fuegian cordillera. They prove that Cretaceous beds occur on both sides of the Straits of Magellan in the vicinity of Mount Tarn, but concerning the whole Fuegian archipelago, the question as to the age of the rocks is left unsettled; in the first place, there are no facts known to indicate the time during which the region underwent mountain-folding.

Before my visit to Tierra del Fuego, as I was studying the geological map of the Magellan Territories drawn up by NORDENSKJÖLD,<sup>6</sup> my at-

<sup>1</sup> DARWIN. Geological observations on South America. London 1846. Pag. 152.

<sup>2</sup> Voyage au Pole Sud sur les corvettes L'Astrolabe et La Zélée sous le commandement de J. Dumont d'Urville. Géologie par J. Grange. Paris 1848. Pag. 174—175.

<sup>3</sup> Proceedings of the U. S. National Museum. Vol. 13. 1890. P. 13—14.

<sup>4</sup> Journal of Geology. 1903. P. 413—419.

<sup>5</sup> See my paper on the geology of Graham Land. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. VII. 1906. P. 34—40.

<sup>6</sup> NORDENSKJÖLD. Geolog. map of the Magellan Territories. Stockholm 1899.

tention was attracted by the small isolated occurrence of Tertiary beds in Slogget Bay at the eastern mouth of the Beagle Channel, a locality that is reported already by POPPER<sup>1</sup> as containing lignite and plant-remains. Because of its position in the cordillera-region, I expected it to prove the relation of the Tertiary beds to the mountain-folding.

During my stay in these tracts, I was able to spend some few hours on shore in Slogget Bay, but as unhappily all my collections from this place are lost, I can give but a very incomplete description of its geology.

Bahia Slogget is a broad bay, without any shelter, directly exposed to the dreadful swell, that makes the landing difficult even in fine weather



Fig. 1. **Slogget Bay.** Part of coastal cliff and rocky plateau with isolated rock-pillar. Near the place from where the photograph was taken is the occurrence of Tertiary beds.

The deposits of sand and gravel on the beach are auriferous and at the time of my visit a party of gold-diggers were occupied at the place. On the east, as well as the west side of the bay, there rise above the sea cliffs of moderate height and composed of dipping strata belonging to the cordillera series. The head of the bay is continued inwards by low land covered to a large extent by coarse gravel of fluvio-glacial origin and bordering the Lopez river. To the east of the mouth of this small river there rises a low coastal cliff, about 15 m. in height and composed of a rock that evidently belongs to the cordillera series, but which is so deeply disintegrated, that its original character could not be recognized. Outside this cliff (part of which is seen on fig. 1) there stretches a rocky plateau cut out by the action of the waves. Above this rocky bottom, which is laid bare at low water

<sup>1</sup> POPPER in Bol. del Inst. Geogr. Arg. VIII. 1887.

and covered at high tide, there rises some 75—100 m. away from the cliff an isolated monolite of about the same height as the cliff itself (fig. 1 and 2). The lithological character of this rock-pillar is identical with that of the cliff and evidently it forms but a small resistant remnant of an earlier vaster extension of this cliff.

To the east, the disintegrated rock forming the cliff is overlaid by a conglomerate containing pebbles of the underlying mass. A little further to the east, after a short interruption in the section, the low barranca is built up of quite a different series, sandy and slaty beds with insignificant lignite-seams. The dip of these beds is somewhat variable in different parts of the section, one observation showing a dip of  $40^{\circ}$  E  $10^{\circ}$  N. In the beds enclosing the lignite-seams, I collected a number of plant-remains, which seemed to remind me of some types in DUSÉN's paper on the Tertiary flora of the Magellan Territories.<sup>1</sup>

The extent of the Tertiary beds inland I did not follow in detail, but it seemed to me that they do not continue for more than at most some few hundred meters, and the whole occurrence seems to be a subsided body, limited by faults. Evidently the dip of the strata is due to this kind of dislocation, as they do not exhibit any influence from the dynamo-metamorphic processes which have so deeply affected the cordillera-rocks forming the surroundings of Slogget Bay. Moreover, there is hardly any doubt that the Tertiary beds with a



Fig. 2. Slogget Bay. Isolated rock-pillar (compare fig. 1).

bottom-conglomerate of considerable thickness here rest upon a deeply disintegrated basement of rocks belonging to the cordillera-series. According to this interpretation, the rocks forming this part of the cordillera were not only folded but also deeply disintegrated (and partly worn away), before the Tertiary beds were deposited. As my collections of plant-remains from this locality were lost, the age of these lignite- and plant-bearing beds cannot be definitely settled. Still, I think it most probable that they are approximately contemporaneous with those beds in northern Tierra del Fuego, at Punta Arenas and in the Baguales Mountains, which have yielded the flora described by DUSÉN and which are considered by

<sup>1</sup> P. DUSÉN. Über die tertiäre Flora der Magellansländer. Stockholm 1899.



WILCKENS as belonging to the Patagonian molasse, which is according to this author of Upper Oligocene or Lower Miocene age.<sup>1</sup>

During our stay in Tierra del Fuego I was told that a Chilean man-of-war had reported the occurrence of coal at Tekenika Bay in the southern

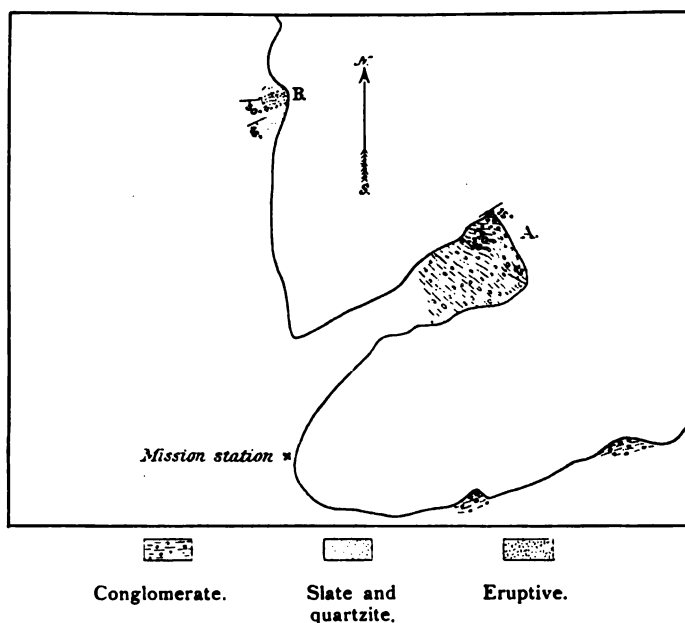


Fig. 3. Sketch-map of the mission station bay. Bahia Tekenika.

part of the Fuegian archipelago. I supposed it to be a lignite-seam in Tertiary beds, a parallel to what I had already studied in Slogget Bay, but on visiting Bahia Tekenika on our way to the south, I found there to my very great surprise a totally different fossiliferous formation. The sketch-map fig. 3 and the section fig. 4 illustrate the principal geological features of this place.

The promontory A., NE. from the mission station, exhibits the best exposures of the fossiliferous beds. The strata are here, in general, steeply inclined, but the dip and strike are variable, as shown by the sketch-map.

The prevailing rock is a coarse conglomerate with pebbles of 0,05—0,5 m. in length. In some places the conglomerate is less coarse, with intercalations of greywacke. In this last mentioned type of rock, as well

<sup>1</sup> WILCKENS, Die Meeresablagerungen der Kreide- und Tertiärformation in Patagonien. Neues Jahrb. f. Min. Beilageband 21. 1905. Pag. 164—171.

as, though less commonly, in the conglomerate, there occur thin and changeable slices (only some few cm. in thickness) and small lenticular bodies of coal. The conglomerate, as well as the greywacke, are fossiliferous with scarce and mostly fragmentary marine shells, principally mussels, and trunks of wood, evidently driftwood, inasmuch as many of the trunks were pierced by bore-mussels.

Some small outcrops of conglomerate were observed also on the opposite side of the mission station bay.

At B there is another small promontory, only about 5 m. high, with an interesting outcrop of rocks. The centre of the point is occupied by an igneous rock, the true character of which I am, owing to the loss of my specimens, unable to determine.  $B_1$  consists of a quartzite-like, distinctly stratified rock with intercalations of greywacke, similar to the more fine-grained greywacke in the promontory A.  $B_2$  is a slaty rock without intercalations of greywacke. The contact with the eruptive dyke, is here very clear:

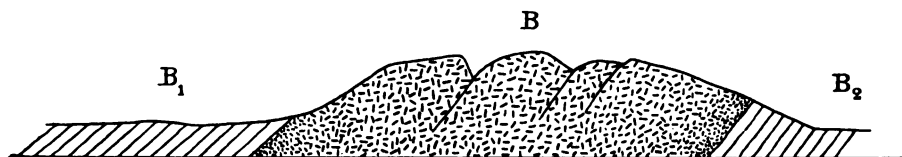


Fig. 4. Section across point B, N. from the mission station, Bahia Tekenika.  
Height of the point about 5 m.

it follows partly a bedding-plane of the slate; partly irregular bodies (the largest of which are 2 m. in length) of the slate project into the eruptive. At the contact with its sedimentary surroundings, the dyke was found to be more fine-grained than in its centre, and at the very contact there was also observed a parallel arrangement of the mineral particles of the igneous rock, a beautiful flow-structure that followed all minute irregularities of the contact.

The evidence bearing upon the problem of the age of the Fuegian cordillera still remains very imperfect, but, from the present scattered facts some preliminary conclusions may be drawn.

At the Straits of Magellan, there occur in the cordillera rocks containing fossils of Upper Cretaceous age, proving that there the mountain-folding is Post-Cretaceous.

On the other hand, at Slogget Bay there rest sandy, unaltered beds probably belonging to the Oligocene or Miocene Patagonian molasse upon highly metamorphized, disintegrated and denuded rocks of the cordillera-

series. To judge from the state of things at this locality, the process of regional metamorphism which has so strongly affected the rocks of the cordillera-series was terminated long before the deposition of those plant-bearing beds at Slogget Bay.

From Graham Land, a part of the Antarctic regions, which is, as to its geological structure, so identical with southernmost S. America that the conclusions attained in the one region may be applied to the other, I recall a fact that, in my opinion, strongly supports my conception of the Pre-Miocene age of the cordillera-folding. In the molasse-beds of Seymour Island, there occur conglomeratic intercalations with numerous small pebbles of crystalline rocks (granite, granophyre) which have evidently been carried by running water to this place from some adjacent area of crystalline rocks; this area may be supposed to have been nearly the same as the present mountain-range of Graham Land. Unfortunately, we paid all too little attention to collecting specimens of these pebbles, so now we are not able to present any indubitable specimen belonging to the Andine granites, but still, the occurrence of these crystalline pebbles in the molasse-beds of Seymour Island is an indication pointing in the same direction as the facts mentioned from Slogget Bay.<sup>1</sup>

When all facts known are taken into consideration the question of the age of the cordillera seems to be a complicated problem. The highly important explorations carried out by HAUTHAL on the eastern side of the Patagonian cordillera between Lago Argentino and Ultima Esperanza, the results of which are known through publications by HAUTHAL himself and by WILCKENS, seem to some extent to contradict the interpretation given above. Especially in WILCKENS' papers, we find several remarks bearing upon this problem:

»Ob die patagonische Molasse vielleicht am Rande der Anden noch von der Gebirgsbildung mitergriffen ist, wissen wir nicht genau. Völlig horizontal liegen ihre Schichten auch an der atlantischen Küste nicht, und es erscheint möglich, dass diese Störung noch mit der Bildung der Kordillere in Zusammenhang steht.»<sup>2</sup>

As to the origin of the rock-material forming the Patagonian molasse, he makes the following remark:

»Das Material für die mächtigen und im einzelnen sehr mannigfaltigen Sedimente, die in diesem Meere zum Absatz gelangten, mag, wenigstens teilweise, von der im Anfang ihrer Hebung begriffenen Kordillere stammen.»

»Die noch zur Miocänzeit wieder erfolgte Regression des patagonischen Molassemeeres steht zweifellos in innerem Zusammenhang mit der Bildung der Kordillere.»<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> See my paper on the geology of Graham Land. P. 44 and 61.

<sup>2</sup> WILCKENS, Die Meeresablagerungen etc. P. 155.

<sup>3</sup> WILCKENS, Die Meeresablagerungen. P. 190.

In his explanatory notes to HAUTHAL'S map, WILCKENS positively states that the molasse-beds have taken part in the mountain-folding. »Sie sind mit aufgerichtet.«<sup>1</sup> Unfortunately HAUTHAL'S observations are stated in such general terms, that it is not possible to attain a clear idea of the tectonic features of the molasse-beds. The transverse section accompanying his map exhibits no real folding, but only a gentle dip of the Tertiary beds outwards from the cordillera.

On HAUTHAL'S map and section there is an observation which may be found to be of the utmost importance for the explanation of the relation of the Tertiary beds to the mountain-folding. On the east side of the upper part of Rio de los Baguales, some small occurrences of diorite are seen traversing the molasse-beds. If this diorite belongs to the series of igneous rocks, which have been named Andine eruptives because of their near connection with the formation of the cordillera, then the occurrence of the diorite traversing the molasse-beds strongly supports the idea of the mountain-folding being later than the deposit of these Tertiary beds. But no definite conclusion can be drawn from this observation before the igneous rocks of the region surveyed by HAUTHAL have been more fully described.

At my request Dr. WILCKENS in a letter of Febr. 2 of this year kindly communicated to me his conception of the age of the Patagonian cordillera:

»Die Aufrichtung der patagonischen Molasse am Rande der Kordillere hängt nach meiner Meinung allerdings mit der Entstehung der Kordillere zusammen. Ob aber der Vorgang, der diese Aufrichtung bewirkte, allein auch gleichzeitig die ganze Auffaltung der Kordillere bewirkte, und ob diese letztere nicht in einem langen Zeitraum erfolgte, ob es also vielleicht nicht nur der letzte Akt der ganzen Kordillerenbildung war, der die Aufrichtung der patagonischen Molasse bewirkte, darüber lassen sich nur Vermutungen aussprechen.«

In accordance to Dr. WILCKENS' opinion it seems to me very well possible, that, as has been found to be the case with several other mountain-ranges, the geotectonic processes which have built up the Magellanian and Antarctic cordilleras went on during a succession of geological periods, the slight displacement of the Patagonian molasse being only its last stage. At any rate the above described observations made at Slogget Bay in Tierra del Fuego and on Seymour Island at the coast of Graham Land indicate that in these tracts a mountain-range already existed in Miocene time.

---

<sup>1</sup> R. HAUTHAL, Croquis geológico de la region entre el Lago Argentino y el Seno Ultima Esperanza. Mit Erläuterungen von O. Wilckens. Ber. der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. XV. 1907. P. 94.

**Observations on glacial and fluvio-glacial deposits in the Beagle Channel and at Lago Fagnano.**

The southernmost of those far-extended and narrow submarine longitudinal valleys, which form such a remarkable feature of the Magellanian cordillera, is the Beagle Channel, which divides the southern archipelago from the big island of Tierra del Fuego. This channel runs from its eastern mouth at Picton Island with an average width of only about five kilometers in almost a strait westerly direction for a distance of 170 kilometers to Divide Point where it separates into two very narrow branches. For its larger extent, the depth is considerable (100—300 m.) and on both sides the mountains rise from gently sloping wood-lands to narrow crests and lofty peaks.

In its eastern part, on the north side of Navarin Island, the Beagle Channel is nearly cut off by a large island, Gable Island, that through its low undulating surface and its composition of loose Quaternary sediments forms a striking contrast to the mountainous surroundings of the channel. The highest point of Gable Island is according to the new Argentine chart 92 m. Only on the NE side, I noticed some small projecting outcrops of solid rock: the remainder of the island was found to consist of boulder-clay, gravel and sand. The surface of the island is, as already mentioned, strongly undulating, with numerous rounded hills of varied shape, and, between them, gently sloping depressions. The material met with everywhere on these hills and slopes is boulder-clay, and the observer might feel disposed to consider the whole island as built up merely of this glacial deposit, were there not, in the coastal cliffs, especially on the west side of the island, splendid opportunities of studying its interior structure. Plate 9 reproduces a part of this western barranca which by its gable-like sculpture may have suggested the name of the island. At the place where the barranca reaches its highest point, it was measured and found to rise 39 m. above the sea. Only the uppermost 15 m. here consist of boulder-clay, underneath which were exposed fluvio-glacial deposits, sand and gravel, to a visible thickness of 24 m.

The bed of till covering the fluvio-glacial deposits and forming the upper part of the barranca as a cover of the fluvio-glacial deposits is a most typical boulder-clay with the clayey matrix very abundant in comparison with the enclosed stones, which are generally small, boulders exceeding a meter in length being totally absent or at least very rare.

In the southernmost part of this barranca, in the boulderclay I made a find, that seems to me of considerable interest, namely worn and broken shells of *mussels* and *barnacles*. The larger shells were very scarce and fragmentary, but a closer examination of the fossiliferous till will cer-

tainly yield also microscopical organisms of marine origin, foraminifera etc. The mode of occurrence of these rare and broken fossils makes it evident that they appear here in a secondary position and that they originate from an unknown marine bed that was eroded by the glacier which once filled the Beagle Channel and deposited the bed of boulder-clay. It is to be hoped that within a short time new evidence collected from this interesting locality will settle whether the age of the mentioned fossils be Tertiary or early Quaternary (pre- or possibly inter-glacial). In either case they offer considerable interest.

The fluvio-glacial deposits underlying the boulder-clay consist of gravel and sand in alternating layers with strongly developed current-bedding. The coarseness of the gravel is very variable, but in general it is not perfectly washed and sized, but somewhat impure with intermixture of fine rockpowder. The sand is partly extremely fine-grained (*no* according to the Swedish terminology). Pl. 10 gives a good idea of the alternation of gravel and sand.

The contact-line between the fluvio-glacial beds and the superincumbent boulder-clay, seemed to me in this barranca approximately to follow the undulations of the land-surface, thus rising in the hills and descending in the valleys. If this is a general feature of the island, evidently its hilly surface is due to the undulations of the fluvio-glacial deposits hidden underneath a sheet of boulder-clay.

To the north and east of Gable Island there are some smaller islands marked as Isla Upu, I. Waru, I. Martillo and I. Yunque on the Argentine chart. These islands are formed of one or several rounded hills and certainly they consist, at least to the greater part, of boulder-clay. With the same drumlins-like scenery I was very well accustomed in the environments of Bahia Harberton on the north side of the channel, ENE from Gable Island. Between a series of small bays, Bahia Thouctof, Puerto Harberton, Bahia Varela and Bahia Cambaceres, there extend in a SE direction four peninsulas, all consisting of the same type of rounded hills which form such a characteristic feature of Gable Island. In these drumlins-shaped hills in the vicinity of Harberton, I found but few and insignificant sections, exhibiting only boulder-clay. Whether there are kernels of fluvio-glacial sediments underneath these hills, I was unable to decide.

From the facts mentioned above, it appears that in the region here described the Beagle Channel is to a large extent filled up with Quaternary sediments, fluvio-glacial gravel and sand covered by a sheet of boulder-clay. Between the occurrence of these deposits and the depths in different parts of the Beagle Channel, there seems to exist a remarkable relation (See Pl. 11). In the westernmost part between Divide Point and Ushuaia, the average depth is about 250 m.; S. from Ushuaia there is a crowd of small islets, but along the south coast the depth of the channel is about 130 m. Also between Ushuaia and the vicinity of Gable Island there are considerable depths, in one place 216 m. But round Gable Island and on

the way to the eastern mouth of the channel at Picton Island, the water is shallow, not considerably exceeding 50 m. It seems quite natural to connect this shallowing up of the eastern part of the channel with the plenteous deposit of sand, gravel and till. Possibly its western and larger part was during a considerable part of the ice-age occupied by a large glacier, which prevented the channel being filled up with sediment; in the meantime, mighty beds of gravel and sand were being washed from the edge of the glacier and deposited at the place of the present Gable Island. Evidently the ice during a later time proceeded eastwards, covering the fluvio-glacial sediments with a sheet of boulder-clay.

---

On the north side of the cordillera-range that occupies the southernmost part of the main island of Tierra del Fuego there is another longitudinal valley, Admiralty Sound—Lago Fagnano. In October 1902, I went from Harberton to the eastern end of Lago Fagnano following a road that was cut through the woods by some energetic colonists, the brothers Bridges, and traversed the cordillera through a pass which I have proposed to name the Ona-pass.<sup>1</sup>

From the cordillera in a northerly direction to Lago Fagnano there flows a river, the native name of which is Henuen-shiki. In the upper part, between Heurh-gooyen and Monte Arh, its bed is shallow and its course meandering. But after having left the mountain-valley, the river while traversing the hilly lowland, forms a deep gorge in glacial and fluvio-glacial deposits. Fig. 5 illustrates a section in this gorge, consisting, to the lower and larger part, of till that is overlaid by distinctly stratified beds of sand and gravel.

The eastern end of Lago Fagnano is bordered by low land that separates the lake from the mountains rising in the S. and N. In an easterly direction this lowland joins the vast plain of northern Tierra del Fuego. In some places the shore of the lake is low and bordered by small lagoons, but in general there rises above the beach a low barranca (about 10 m. high where I studied it). On the beach, there are masses of striated boulders evidently washed out of the cliff in which the boulder-clay was noticed in several places. Amongst these scratched stones there was one of gneiss or granite indicating a westerly origin of the ice that deposited the till. The larger part of the barranca consists of stratified

---

<sup>1</sup> The names on the sketch-map (Pl. 12) accompanying this paper are mostly Indian names which were kindly noted down for me by Mr. W. Bridges. Halupai, the native word for Rio Varela is derived from the language of the Yaghans, a tribe that formerly inhabited the Beagle Channel. All the names put down on my map for mountains etc. on the north side of the cordillera are still in use amongst the Onas, the inland Indians of Tierra del Fuego. Cami is the Ona name of Lago Fagnano.

deposits, coarse gravel, partly cemented into a kind of conglomerate, fine gravel and sand with current-bedding and, at least at one place, distinctly stratified clay. The relation between these different kinds of sediment was not quite clear, but it seemed to me that in some cases the fluvio-glacial sand and gravel were overlaid by boulder-clay.

Possibly all these deposits may originate from glaciers which once extended from the cordillera-valleys on the south side of the lake, but on the other hand, it seems quite probable that the whole Fagnano valley was once occupied by a large glacier. An examination of the barranca that

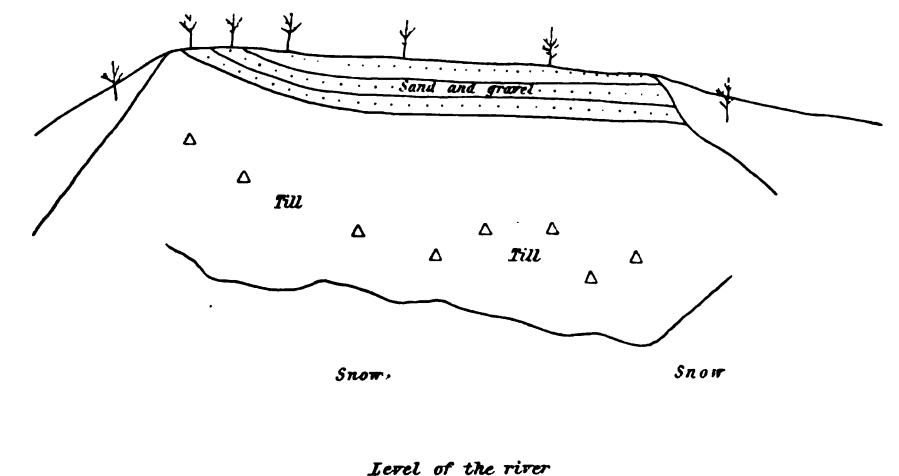


Fig. 5. Section in glacial and fluvio-glacial deposits traversed by the river Henuen-shiki. Altitude of the barranca above the level of the river 55 m.

I saw at a distance on the north side of the lake, will most likely contribute to clear up this question.

At any rate there is a noteworthy analogy between the Beagle Channel and Lago Fagnano. The former we have found to be deep in its western part but shallow and to a large extent filled with glacial and fluvio-glacial deposits near its eastern mouth.

The western part of Lago Fagnano is narrow, with the mountains rising steeply on both sides. Here the depth of the lake is said to be 300 m. The eastern part, on the other hand, is bordered by a lowland built up merely of Quaternary deposits. Here the lake itself is comparatively very shallow. At a considerable distance from its south shore, I found not more than 30 m. depth.

Probably the features here described are partly due to the pre-quaternary orography of the two longitudinal valleys. At least it seems likely that Lago Fagnano was originally shallow in its eastern part where it approaches the Tertiary plain. But on the other hand, it cannot be doubted



that the deposition of glacial and fluvio-glacial beds has highly contributed to make the eastern parts of the two valleys shallow.

### Postglacial emergence of land in Beagle Channel.

At the base of the moraine-hills round Harberton there is a very distinct old beach-terrace to be seen at a height of 3.5 m. above the present level of the sea, developed as a terrace cut out by action of the waves. On the flat land between the hills this raised beach is developed as a wall or a series of walls consisting of shingles and gravel accumulated by the waves. At one place I noticed such a wall with a small lagoon

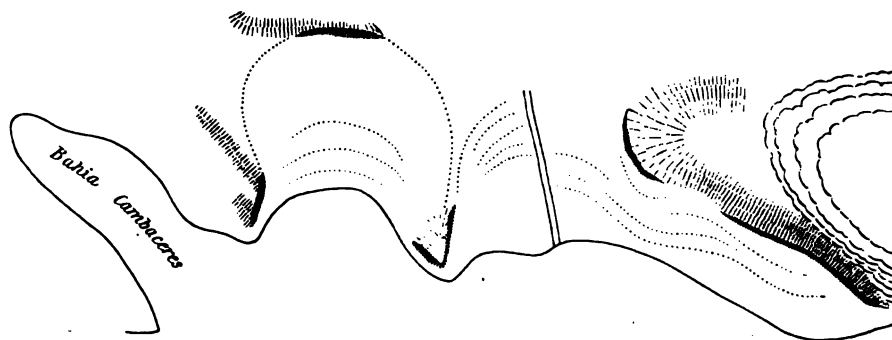


Fig. 6. Part of the N. coast of Beagle Channel E. from Puerto Harberton. On the slopes of the moraine-hills are old cliffs and on the lowland between the hills shingle-walls.

inside. On the top of the wall is a shell-mound heaped up by natives, evidently at a much later period than that of the formation of the raised beach. The sketch-map fig. 6 gives an idea of the common combination of the abrasive and accumulative types of this old shore-line. Its height is, as already mentioned, round Harberton about 3.5 m. above the present sea-level. As I have not found the least trace of marine action on any higher level of the well exposed moraine-slopes, I am forced to consider this 3.5 m. beach-line as the post-glacial marine limit.

The same strongly developed raised beach, I caught a glimpse of also on Gable Island and on the north coast of Navarin Island opposite Harberton, but had no opportunity of studying it closely at these localities.

As the steamer was proceeding westwards in the Beagle Channel, I noticed that at Punta Remolino, about halfway between Harberton and Ushuaia, the raised beach had reached a visibly higher position, and at Ushuaia I saw terraces at a still higher level though I got no opportunity of measuring their altitude.

NORDENSKJÖLD states that on Ushuaia Peninsula there is a very marked terrace at about 10 m. above sea-level.<sup>1</sup>

I think that when the facts mentioned above are taken into consideration, it can hardly be doubted that we meet here with an unequal upheaval of land, probably of the same kind as the emergence of Scandinavia which has been so splendidly elucidated by DE GEER'S researches. But on this point my observations are so imperfect, that I have only been able to point out that here is an almost untouched but most attractive field for exploration.

---

#### Addendum.

When this paper was already in press Prof. G. STEINMANN published a most important note on the fossils collected by LOVISATO; he states that the objects named in HYADES' work *Coscynocyathus* are most probably fragments of *Inoceramus*, the rock thus being of Cretaceous age.

Centralblatt für Min., Geol. und Pal. 7, 1908. P. 193—194.

---

<sup>1</sup> NORDENSKJÖLD. Über die posttertiären Ablagerungen der Magellansländer. Stockholm. 1898. P. 59.

#### 4. Experiments with granitic powder to illustrate the composition of some quaternary clays in Sweden

by

Ragnar Widman.

---

As is well known the clays within the scandinavian archæan area are considered as washed out products of moraine, which again is principally composed of crushed but not decomposed species of primary rocks. Those clays must therefore in mineralogical as well as in chemical respect be distinguished from such ones, which are formed through washing out of decomposed earth or through restratification of already deposited sediments. As our primary rocks are principally of granitic composition, the clays in the great archæan area, taken as a whole, should be, from chemical point of view, considered as granitic powder. However, as some granitic minerals are more easily crushed than others, one might infer, that by the stratification of the washed out part of the moraine of primary rock there would be sorting products of varying composition, and thus the chemical character of the clay would in some respects differ from the granitic powder.

To get this matter somewhat cleared up Professor HÖGBOM has directed me to investigate, if by the crushing and washing out of a rock an assortment in this respect can really be proved and in such a case in what direction it acts.

When carrying out this investigation one can evidently make use of two different methods. According to one nature itself would perform the crushing as well as the washing out of the rock. One should then in some river collect sand and mud of different coarseness and analyse it. But as it might be difficult to decide, if the different specimens are of the same kind of rock, I have preferred to experiment with a material, which I have prepared myself. I went to work in the following manner.

The *rock* was first broken up with a hammer into small pieces, which further were crushed in a steel mortar until I got a material, which contained grains of all possible dimensions, from 5 or 6 mm. to the finest powder. The washing was carried out as follows. About 300 grams of the crushed rock were put into a glass-jar of 12 cm. diameter, filled with distilled and boiled water up to the height of about 13 cm. and stirred.

After some time the water together with the suspended powder was taken out by the use of a syphon. In this manner four different fractions were procured of which:

*N:o I* was not deposited after  $2\frac{1}{2}$  hours.

*N:o II* not after  $\frac{1}{2}$  hour,

*N:o III* not after one minute,

*N:o IV* on the contrary was deposited nearly at once and could only be procured by vigorously shaking the jar and then immediately pouring out the fluid.

To get the separation as complete as possible every fraction was decanted five times.

After fraction IV has been separated, there is rather a large residue in the glass-jar, which cannot be suspended in water. Fraction IV has a rather homogeneous structure, the size of the grains being about 0,1 mm., wherefore all the larger ingredients will be found in the residue.

In this manner I have treated two kinds of granite of different qualities, one acid alkaline granite from Ragunda, the other basic hornblende-granite from Upsala.

The procured fractions were as follows.

	Ragunda granite	Upsala granite
N:o I . . . . .	4,5 grams	4 grams
N:o II . . . . .	3 »	3 »
N:o III . . . . .	25 »	13 »
N:o IV . . . . .	48 »	2 »
Residue . . . . .	210 »	220 »

When making microscopic examinations it proved impossible to distinguish between the different kinds of minerals in fractions I and II. Regarding fractions III and IV there was no difficulty in that respect, but any real difference as regards their mineralogical composition could not in this manner be ascertained. The grains in the corresponding fractions of the two rocks proved to be perfectly alike, and their size will be seen from the following table.

N:o I . . . . .	0,002 — 0,007 mm
N:o II . . . . .	0,007 — 0,015 »
N:o III . . . . .	0,015 — 0,037 »
N:o IV . . . . .	0,037 — 0,111 »

The chemical composition of the different fractions is shown by analysis below.

	Ragunda-granite			Upsala-granite				
	Granite <sup>1</sup>	N:o I	N:o IV	Granite	N:o I	N:o II	N:o III	N:o IV
SiO <sub>2</sub>	70,70	66,31	72,19	66,10	61,34		65,08	68,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,13	15,05	13,53	15,40	16,44	15,28		12,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,73	2,22	3,46	5,66	5,97	6,32		6,70
FeO	0,69							
	MnO 0,18							
CaO	1,15	2,23	0,81	4,23	4,38			3,79
MgO	0,49	0,71	0,44	2,29	2,04			2,66
K <sub>2</sub> O	4,41	7,02	5,49	3,34	4,90	4,13	3,93	3,91
Na <sub>2</sub> O	4,94	4,46	3,63	3,01	2,54	2,80	2,44	1,91
Lose by heating	1,49	2,39	0,53	1,10	3,36	2,83	1,18	1,15
Sum total	99,86	100,39	100,08	101,13 <sup>2</sup>	100,97 <sup>2</sup>			101,17 <sup>2</sup>

It is evident from the analysis, that the fractions, into which the rocks are divided, have a chemical composition differing very much from one another. While in the finer fractions one finds alumina, lime and alkalis gathered, the coarser contains more silica.

Concerning the question how the separation acts on the different minerals, which the rock contains, one meets with certain difficulties in obtaining a positive answer from the table of analysis, even if certain conclusions can be drawn to elucidate the matter.

First regarding the **Ragunda-granite** a description of its mineralogical composition is to be found in HÖGBOMS »Ragundadalens geologi».<sup>3</sup> It is described as a rock of pretty pink colour consisting mostly of perthitic grains of *felspar*, varying between 0,3—0,8 mm. in diameter and grains of *quartz* about as large as hempseed or larger, which often are surrounded by those of felspar. Further one usually finds a little white *soda-plagioclase*, which often in like manner surrounds the red *orthoclase-perthite*. The »dark minerals» are *biotite* and *hornblende* in varying but always small quantities; amongst the »small minerals» only *zircon* is always present. *Titanite*, *magnetite* and *fluorite* also occur but more occasionally.

<sup>1</sup> This analysis is taken from »Ragundadalens geologi» by Högbon (Sveriges Geologiska Undersökning 1899 N:o 182) Professor Högbon has kindly placed at my disposal a stuff of the analysed rock with which the experiments afterwards have been made.

<sup>2</sup> Regarding the high sums total see below.

<sup>3</sup> l. c.

Thus one finds from the chemical analysis and the mineralogical description, that the Ragunda-granite is an acid granite of a comparatively simple mineralogical composition. Certainly it contains, besides the principal minerals as *quartz*, *orthoclase* and *soda-plagioclase*, also several others, but these occur in so small quantities that, if one excludes biotite, hornblende and magnetite, hardly any consideration regarding them need to be taken at the present discussion.

The analysis show, that the finest fraction (N:o I) presents a higher percentage of potash, soda and lime than the coarsest (N:o IV). As the presence of potash must be due to the *orthoclase* and that of soda to the *soda-felspar*, it is evident that those minerals gather in the finest fractions; this is also confirmed by the percentage of alumina being higher here than in the other analysed fraction. Still the circumstance, that the percentage of silica in the coarsest fraction with no less than 5.88% exceeds its percentage in the finest, seems to show, that the free *quartz* strongly gathers in the coarser fractions. The percentage of iron, which principally must be due to the presence of *magnetite*, makes it probable, that this mineral is most abundantly to be found in the coarsest fractions; the percentages of lime and magnesia, which principally are due to *hornblende* and *mica*, seem to show, that these minerals are gathered in N:o I. Regarding the lime however the presence of fluorite may possibly have complicated the matter, and regarding the magnesia the difference between the percentages is so small and the percentages themselves so low that hardly any conclusion can be drawn therefrom.

At the experiments with the **Upsala-granite** the separation seems to have acted in a fully analogous manner. The mineralogical composition of the Upsala-granite is described in the following manner by HÖGBOM in his: »Om basiska utskiljningar i Upsalagraniten»<sup>1</sup> The principal mineral constituents are *potassic felspar* (both *orthoclase* and *microclin*), *plagioclase* [oligoclase], *hornblende*, *quartz* and *biotite*; Although they occur in rather varying proportions, still one may take the following as an average: *potassic felspar* 25%, *plagioclase* 25%, *hornblende* and *mica* 25–30% and *quartz* 20–25%. Mica occurs in very varying quantities but can never constitute any larger percentage in the rock.

The analysis show here as with the Ragunda-granite, that, though the percentage of potash, soda, lime and alumina found there, *felspar* occurs most abundantly in the finer fractions and through the percentage of silica, that *quartz* is to be found more in the coarser. As regards the occurrence of *dark minerals* they seem here to have gathered in the coarser fractions, which is shown by the percentage of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  as well as by the percentage of Mg O. Still one could have expected, that the separation would have been more evident here than with the Ragunda-granite, where they occur less frequently. That such is not the case may

<sup>1</sup> Geologiska föreningens förhandlingar X sid. 219.

possibly be due to the relative proportions of the dark minerals in both rocks and also to the fact, that the crushing and washing out perhaps does not act alike on all of them. How the matter really stands may be difficult to decide. and in any case one cannot from the above table of analysis come to any definitive conclusion about the separation of the dark minerals. Neither have I with the aid of microscope been able to decide the question.

The greatest part of iron to be found in the Upsala-granite and to a certain extent in the Ragunda-granite certainly appears as ferrous iron, but in the worked out analysis the whole has been put down as ferric oxide and that from following reason. In an essay:<sup>1</sup> »On the determination of ferrous iron in rock analysis» MAUZELIUS shows, that, when a mineral is pulverized, one part of the ferrous iron, there present, is oxidized to ferric oxide and that this oxidation is the more complete the finer the pulverization is. As we have here to deal with differently coarse fractions of a rock, containing ferrous iron, it is evident, that those generally must be partly oxidized and mostly in the finest fractions. However, as one in no case knows the quantity of ferrous iron oxidized in this manner, it is clear, that one from special determinations cannot come to any conclusion whatever regarding the separation of minerals containing ferrous iron. However, that ferrous iron is to be found in all the fractions of Upsala granite the high sums total of the analysis show.

Looking closer into the matter one will find, that the table of analysis, even in other respects than above mentioned offers certain peculiarities; thus all the fractions of Upsala-granite contain more ferric oxide and more potash and those of Ragunda-granite more potash than the rocks themselves. Further all the fractions of both granites contain less soda than the granites themselves. Of course this could be explained in this way, that the substances, of which the fractions show a surplus, have been taken from the large, not analysed residue after the washing, and that those substances, in which the fractions show a deficit, are to be found in the residue. Specially regarding potash and soda there is however another phenomenon to take into consideration. It is already known and specially proved in an essay by DITTRICH:<sup>2</sup> »Chemisch-geologische Untersuchungen über Absorptionserscheinungen bei zersetzte Gesteine», that rocks, specially granites, when subject to pure water change in such a way, that certain substances, specially soda, are dissolved and others, specially potash, increase their percentages. This change, according to other authors, is said to take place in a comparatively short time. To make sure of the effect of this phenomenon I made the following experiment.

About 5 grams of the above used Upsala-granite, not too finely pulverized, were put into a glass-jar filled with about  $\frac{3}{4}$  of a liter of distil-

<sup>1</sup> Sveriges Geologiska Undersökning 1907. Ser. C. N:o 206.

<sup>2</sup> Zeitschrift für anorganische Chemie (1905) 47: 151.

led water; the jar closely covered. I then let it stand some time. Afterwards I poured out the clear solution, and a determination of potash and soda in the residue was carried out.

	Undecom- posed rock	Rock decom- posed by water
K <sub>2</sub> O	3,43	3,98
Na <sub>2</sub> O	3,01	2,69

The differences in percentage are not great, but even here it seems as if soda had been dissolved and the potash had increased.

That the whole deficit in soda and gain in potash, which the fractions show, can be explained in this way is hardly possible, but that the dissolution has contributed to the chemical composition of the fractions is, I think, likely, even if it largely depends upon above mentioned fact regarding the residue.

From above described experiments it is evident, that a granite, when subject to crushing and washing out, is in chemical and mineralogical respect divided into differently composed fractions, of which the finest are richest in felspar, while the coarsest principally show a surplus of quartz. If this is applied to the circumstances in nature then the finest washing-out products of the moraine, that is, the ordinary clays within the great archæan area, must be especially rich in felspar, while the more or less coarse sand ought to have an abundance of quartz.

From an agricultural point of view this might be of importance to the fertility of the clays. Amongst the minerals, which the granite contains, felspar can certainly be considered as the most useful to vegetation. It contains substances, as potash and lime, very important to the plants, and can easier than others, through secondary changes be converted into a kind of soil with physical and chemical qualities very important to vegetation. Thus one would come to the conclusion, that the purely mechanical processes, which have caused the formation of the different kinds of soil out of the moraine, will effect such a separation of the constituent parts of the same, that the clays will contain the most important food-substances for the plants and thus, not only on account of their purely physical qualities, but also on account of their chemical composition, constitute the most suitable soil for cultivation,



## 5. Ein Vorkommen von "Fleckengranit" ("granite tacheté" Lacroix) in Stockholm.

Von

Per Geijer.

(Hierzu Pl. XIII u. XIV.)

---

Seit der Entdeckung des Kugelgranits von Vasastaden in Stockholm durch BÄCKSTRÖM (1886) und seiner Beschreibung durch ihn und BRÖGGER<sup>1</sup> ist kein einziges neues Vorkommen einer ähnlichen Gesteinsart in der Stockholmer Gegend bekannt geworden, obwohl eine grosse Menge neuer Sprengarbeiten unternommen worden ist, und die Geologen natürlich in der Regel den ständig neuen Schnitten ihre Aufmerksamkeit geschenkt haben. Dagegen ist es seit einigen Jahren bekannt gewesen, dass innerhalb des Stadtteils Östermalm, in einem Abstand von 2,5—3 km. ostwärts von den Kugelgranitfundstellen, eine Granitvarietät mit einem in die Augen fallenden fleckigen Aussehen blossgelegt war. Indessen war — hauptsächlich wohl weil so wenig zu sehen war — noch keine Untersuchung dieses Vorkommens angestellt worden, als ich eines Tages im vergangenen Oktober von Herrn Präparator A. R. Andersson hierselbst darauf aufmerksam gemacht wurde, dass Sprengarbeiten an den fraglichen Orte im Gange waren, so dass die Gelegenheit zu einer weiteren Untersuchung des Vorkommens bald vernichtet sein würde. Ich begab mich daher dorthin, und es gelang mir auch, ähnliche Bildungen an mehreren Stellen in der Nähe der schon bekannten nachzuweisen; bei einem späteren Besuch konnte ich dann die Beobachtungen ergänzen.

Die mikroskopische Untersuchung ist im hiesigen geologischen Institut ausgeführt, und ich benutze hier die Gelegenheit, dem Präfekten desselben, Herrn Professor A. G. HÖGBOM, für gute Ratschläge und Auskünfte bei diesen Arbeiten meinen Dank auszusprechen. Die Photographien, die ja für eine Arbeit wie die vorliegende von grosser Wichtigkeit sind, rühren von Herrn lic. phil. O. TENOW her, dem ich für diese besonders wertvolle Unterstützung herzlichst danke.

---

<sup>1</sup> W. C. BRÖGGER und H. BÄCKSTRÖM: Om förekomsten af »klotgranit» i Vasastaden, Stockholm (Geol. Fören. Förhandl., Bd. 9, Stockholm 1887).

Die oft grossen Dünnschliffe, deren ich bedurfte, wurden von Herrnparator ANDERSSON ausgeführt, dem ich, wie erwähnt, auch die Nacht verdanke, die zu dieser Untersuchung Anlass gab.

TÖRNEBOHM bezeichnet in seiner grossen Arbeit »Mellersta Sveriges gslag« (1880) mit dem Namen Stockholmer Granit diejenige Granitart, welche die Hauptmasse des Gesteinsgrundes in der Stadt Stockholm und nördlich davon bildet, und welche nach seiner Auffassung, die von 1 geteilt werden dürfte, welche diesen Gesteinsart ein eingehenderes Studium gewidmet haben, eines der jüngsten Glieder des fennoskandischen Nordgebirges ist.<sup>1</sup>

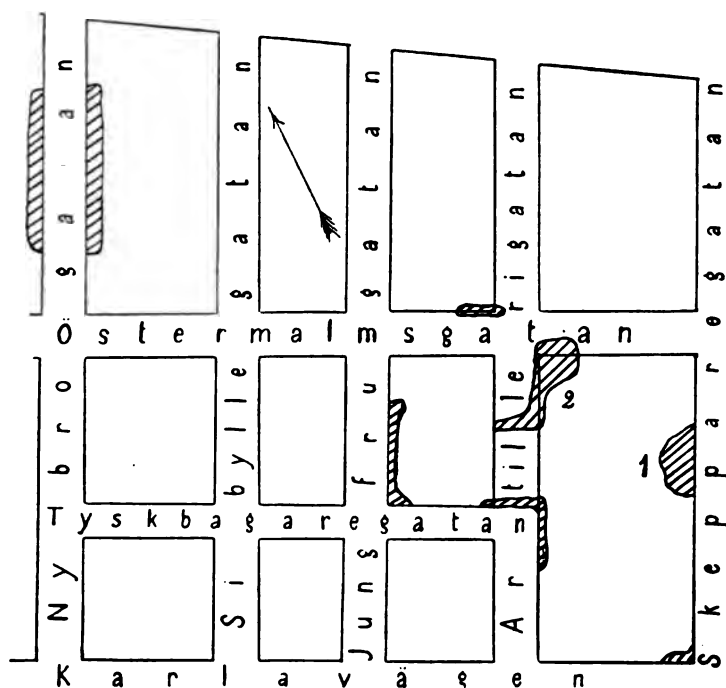


Fig. 1. Orientierungsskizze. Die Fig. zeigt, in Massstabe 1:1600, die Lage der Fleckengranitlokale. Diejenigen Stellen innerhalb des Gebietes der Kartenskizze, wo der Gesteinsgrund im vergangenen Herbst Untersuchungen zugänglich war, sind durch schwarze Schraffierung ausgezeichnet.

Nur ausnahmsweise findet man innerhalb des Gebietes des Stockholmer Granits grössere Massen reinen Granits, sondern die Gesteinsart tritt als grössere oder kleinere Gangmassen in älterem grauen Gneis auf. Dieser Gneis ist von Gängen aus Granit und diesen begleitendem

<sup>1</sup> Die nachstehende kurze Charakteristik des Stockholmer Granits im allgemeinen wird hauptsächlich nach gegeben im Anschluss an TÖRNEBOHM (a. a. O.), BRÖGGER und BACKSTRÖM (a. a. O.) sowie P. J. HOLMQVIST, Die Granite von Schweden [Bull. Geol. Inst. Ups. Vol. VII (1904—1905)].

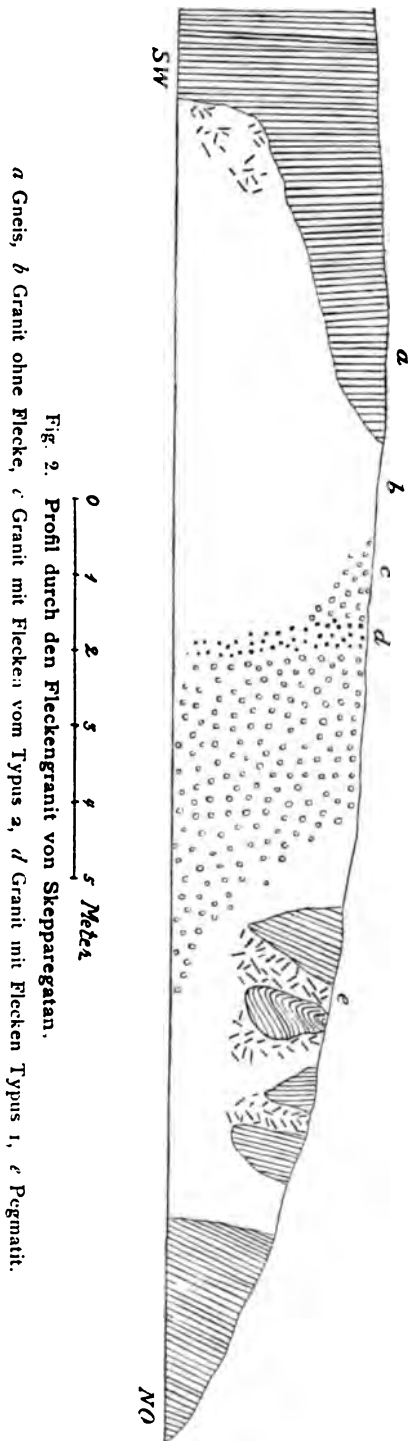


Fig. 2. Profil durch den Fleckengranit von Skepparegatan.  
 a Gneis, b Granit ohne Flecke, c Granit mit Flecken vom Typus 2, d Granit mit Flecken Typus 1, e Pegmatit.

Pegmatit vollständig durchsetzt. Innerhalb des Granits kommen mehrere dem Alter nach etwas verschiedene, bezüglich der petrographischen Charaktere aber wenig von einander abweichende Abarten vor, welcher Umstand jedoch bisher nicht Gegenstand einer genaueren Untersuchung gewesen ist.

Die mineralogische Zusammensetzung ist: Orthoklas, Mikroklin, Oligoklas, Quarz, Biotit und akzessorisch Zirkon, Apatit, Magnetit und Titanit sowie seltener Orthit und Kalkspat. Nach BRÖGGER (a. a. O.) pflegen Kalifeldspat (hauptsächlich Orthoklas) und Plagioklas in ungefähr gleicher Menge vorzukommen. Das Gestein, das in der Regel grau ist, ist fein- bis mittelkörnig und erscheint dem bloßen Auge gewöhnlich als völlig massenförmig, zeigt aber unter dem Mikroskop deutliche Pressphänomene.

Aus den in HOLMQVIST'S Arbeit wiedergegebenen älteren und neueren Analysen geht hervor, dass der Stockholmer Granit eine besonders ausgesprochene Kaligesteinsart ist. Der Gehalt an  $K_2O$  in dem normalen Granit wechselt danach zwischen 5,28 und 7,96 %, während der Gehalt an  $Na_2O$  in denselben Analysen bezw. 1,53 und 0,81 % beträgt und als Maximum den Betrag von 2,38 (in dieser Analyse 6,21 %  $K_2O$ ) aufweist. Der Kieselsäuregehalt wechselt zwischen 68 und 74 %, der Gehalt an  $CaO$  beträgt gewöhnlich ungefähr 1 %. Das Vorkommen von Kugelbildungen innerhalb des Stockholmer Granits ist bereits erwähnt worden.

*Lokal 1* (an der Skepparegatan). Dieses Vorkommen ist das im Vorhergehenden als früher bekannt erwähnte. Beim Weiterführen der Strasse war eine grössere Felsmasse so durchschnitten worden, dass eine ungefähr 40 m. lange und durchschnittlich 3 m. hohe Wand an

der nordwestlichen Seite der Strasse stehen blieb. Ganz im Südwesten dieses Profils stand Granit an, der sich 16 m. nach Nordosten hin erstreckte. Diese Gesteinsart war völlig typischer Stockholmer Granit, in dem indessen ziemlich wohlbegrenzte, ein paar Dezimeter breite Schlieren einer biotit-reicheren Abart vorkamen. Der Granit enthielt zahlreiche scharfeckige Bruchstücke von Gneis und war von Pegmatitgängen durchsetzt; auch kam Pegmatit in unregelmässigen Klumpen vor. In der Fortsetzung des Profils folgte Gneis von derselben Art wie die beschriebenen Bruchstücke, nahezu vertikal stehend und von zahlreichen Pegmatitgängen durchschnitten. In der Basis des Profils nahm diese Gneispartie ca. 3 m. ein. Danach kam (s. Fig. 2, die das Profil nördlich von diesem Punkt zeigt) wieder Granit, der zunächst in keiner Hinsicht von dem gewöhnlichen abwich. Dicht an den Gneiskontakt enthielt er Pegmatitflecke, wahrscheinlich Ansätze rings um die Bruchstücke herum darstellend, ein Verhältnis, das ziemlich oft in dem Stockholmer Granit zu beobachten ist. Sonst war der Granit hier bemerkenswerterweise ganz frei von Gneisbruchstücken bis zur nördlicheren Ende des Profils, wo grosse derartige Bruchstücke auftraten. Pegmatitgänge kamen auch da in geringer Zahl vor.

Die hier beschriebenen Gesteinsarten und ihr Verhältnis zu einander sind derart, wie man sie nahezu bei jedem Schnitt in Stockholm beobachtet. Ungefähr mitten in der letzteren Granitpartie aber traten die Fleckenbildungen auf, die den Gegenstand dieser Untersuchung bilden. Von ihnen kamen zwei verschiedene Typen vor.

*Die Flecke vom Typus 1* (Siehe Pl. 1) haben einen Kern von Biotit, mit einem Durchschnitt von 0,2–0,5 cm., bisweilen bis zu 1 cm., umgeben von einem weissen Ringe von ein paar Millimeter Breite. In der Stufe sieht das Ganze fast wie Kristallisierungshöfe aus. Diese Flecke traten innerhalb einer höchstens meterbreiten Zone auf, die ungefähr vertikal stand. Oben auf dem Felsen konnte man sehen, dass die ganze Granitpartie, innerhalb welcher die Flecke (beide Typen) auftraten, einen Gang im Gneise in der Richtung von Osten nach Westen bildete; quer über diesen Gang, bis zu dem von Pegmatit- und kleineren Granitgängen durchwobenen Gneise nördlich von demselben, konnte die genannte Zone verfolgt werden.

*Die Flecke vom Typus 2*, die auf beiden Seiten, in den unteren Teilen des Profils jedoch nur nordöstlich von den Flecken des vorhergehenden Typus (s. Fig. 2) auftraten, sind weiss, zuckerkörnig und haben durchschnittlich einen Diameter von ungefähr 0,7 cm. Ihre, wie auch der vorhergehenden Frequenz usw. ersieht man am besten aus den Photographien, welche typische Stücke zeigen. Bisweilen kann man mit der Lupe in diesen weissen Flecken hier und da eine vereinzelte kleine Biotitschuppe oder kleine nicht bestimmbare dunkle Körner unterscheiden, in der Regel aber entbehren sie gänzlich dunkler Mineralien.

An einer Stelle war ein schöner kontinuierlicher Übergang zwischen den beiden Fleckentypen zu sehen; die Breite der Übergangszone betrug

ein paar Dezimeter. An einer anderen Stelle sah man dagegen neben Granit mit Flecken des Typus 1 zuerst eine Schliere dunkleren Granits, ein paar Dezimeter breit, dann eine Schliere heller als die normale Gesteinsart (diese beiden ohne Flecke), danach kam Granit von normaler Farbe, aber mit Flecken von Typus 2.

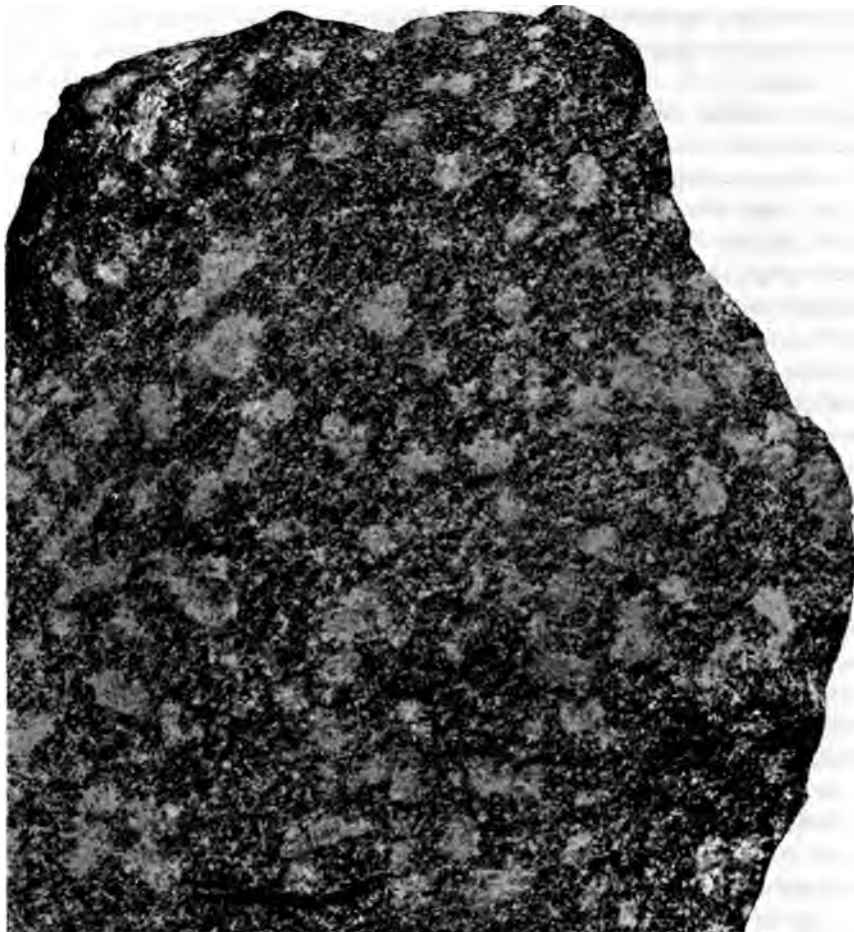


Fig. 3. Fleckengranit, Typus I. Nat. Gr.

Innerhalb des Typus 2 entstehen grössere wolkenartige Flecke durch Verschmelzen mehrerer solcher von normaler Grösse. Ferner fand man alle Übergänge von ganz kurzen, aus einigen in einer Reihe neben einander liegenden Flecken gebildeten Streifen, bis zu distinkten Gängen von mehreren Metern Länge, aber höchstens ein paar Zentimetern Mächtigkeit. Die Gesteinsart in diesen Gängen gleicht vollständig den Flecken des Typus 2, doch kommen bisweilen Biotitischuppen von derselben Grösse vor wie in dem Kern zu Typus 1. Die Gänge fanden sich sowohl mitten zwischen den Flecken als auch dicht ausserhalb des Gebietes der-

selben; an ein paar Stellen konnte ich konstatieren, dass sie ungefähr parallel mit der Grenze der grossen Gneisstücke im nordöstlichsten Teil des Profils verliefen.

Näher bei diesen Gneisstücken wurde der Granit möglicherweise ein wenig dunkler als sonst, und die Flecke (hier von Typus 2) traten zurück, doch fanden sich gewöhnlich zerstreut noch Flecke bis zu einem Abstände von 5—10 cm. von der Grenze. Hier begann indessen oft, mit ganz scharfer Grenze, eine helle, fast biotitfreie Granitvarietät, welche die eigentliche Grenzzone bildete. Diese Erscheinung habe ich an mehreren anderen Stellen in Stockholm gesehen.

In den kleinen Granitgängen, die von der grösseren Partie in den Gneis nördlich von dieser (den genannten durchwobenen Gneise) sich hineinzogen, lässt sich keine Fleckigkeit wahrnehmen, und in dem grösseren, fleckenhaltigen Gänge konnten die Flecke deutlich nur einige Meter weit vom Profil aus verfolgt werden. In Schnitten, die in der Richtung des Ganges nur ungefähr 10 Meter von dem Teile des Profils ablagen, wo die Flecke auftraten, fehlten solche gänzlich. Dagegen wies der Granit hier zahlreiche Bruchstücke von Gneis auf.

Die mikroskopische Untersuchung des normalen Granits ausserhalb der Fleckenzone ergab Folgendes. Die Bestandteile des Gesteins sind Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas, Quarz und Biotit, Kies in kleinen Quantitäten, sowie etwas Zirkon und Apatit. Der Plagioklas, der der Oligoklasserie angehört, übertrifft den Kalifeldspat etwas an Menge. Er ist meistens trübe, auch sieht man grössere Schuppen von Muscovit. Der Orthoklas ist gewöhnlicher als der Mikroklin. Der Quarz steht in bezug auf Menge und Korngrösse nicht viel den Feldspaten nach und kommt in der Regel als ziemlich isometrische Körner zwischen denselben vor, er tritt aber auch, jedoch sehr viel seltener, als kleine, in ihnen eingeschlossene Körner vor. Der Biotit ist braun und stark pleochroitisch, bisweilen chloritisiert. Er enthält zahlreiche Einschlüsse von Zirkon, umgeben von pleochroitischen Höfen, und spärlicher solche von Apatit; ferner ist er reich an kleinen Erzpartikeln (wahrscheinlich Magnetit). Der Biotit ist meistens vor den Feldspaten und dem Quarz erstarrt und kommt auch in der Form kleiner Schuppen als Einschlüsse in diesen Mineralien vor, formt sich aber bisweilen nach ihnen und kann sie sogar vollständig umgeben.

Der Granit in der nächsten Umgebung der Flecke ähnelt in allem Wesentlichen dem oben beschriebenen. Der Kern in den Flecken vom Typus 1 besteht, wie erwähnt, aus Biotit, unter den Mikroskop aber findet man, dass dieser, der in grösseren Individuen als sonst im Gestein ausgebildet ist, auch hier seiner Form nach durch die hellen Mineralien bestimmt ist. In ihm eingeschlossen findet sich etwas Kies, der auch ausserhalb der Flecken angetroffen wird. Der weisse Kranz unterscheidet sich nur durch das Fehlen des Biotits von dem Granit rings umher. Die Korngrösse, die Struktur und die relative Menge der hellen Mineralien sind ganz gleich.

Die Flecke vom Typus 2 verhalten sich ganz wie dieser Kranz. In der Regel findet sich in ihnen Biotit nur selten, und dann in der Form kleiner, stark umgewandelter Schuppen. In einem Fleck habe ich einige kleine, eiförmige Körner von Titanit, in Feldspat eingeschlossen, beobachtet; dicht daneben liegt eine kleine Schuppe frischen Biotits, von Quarz umgeben. In einem Präparat von Granit vom Rande der Fleckenzone, wo die Flecke spärlicher und undeutlicher sind, fand ich in der Mitte eines Flecks eine grosse, sehr umgewandelte Biotitschuppe. Als Umwandlungsprodukte waren Chlorit und Muscovit zu sehen. In diesem Biotit, nahe seinem einen Rande, liegen zwei Titanitindividuen, deren eines drei von den Seiten des rhombischen Schnittes entwickelt hat, während es auf der vierten zackige Grenze gegen den Biotit zeigt. Das andere Individuum entbehrt selbständiger Begrenzung.

*Lokal 2.* Dieses schöne Vorkommen wurde durch Sprengungen für die Durchführung der Artilleristrasse blossgelegt, durch welche Arbeiten es auch vollständig zerstört wird. Bei meinen Besuchen war an der einen Seite der genannten Strasse (s. Fig. 1) noch eine Wand von 5—6 Meter Höhe und in einer Länge von ungefähr 30 Meter von der Östermalmsstrasse aus vorhanden. Am weitesten nach innen zu, mitten in der zukünftigen Strasse, stand Gneis an, durchschnitten von zahlreichen Pegmatit- und vereinzelt Granitgängen. Die innere Hälfte der genannten Wand bestand aus Granit, der, soweit man sehen konnte (er war nämlich teilweise mit einer Bekleidung von Epidot und Kalkspat bedeckt), keine Gneisbruchstücke enthielt oder Flecke aufwies. Der eigentliche Fleckengranit trat ungefähr mitten in der Wand und in ziemlich geringer Menge auf, wahrscheinlich sind hier nie mehr als einige Kubikmeter vorhanden gewesen. Nach Norden zu verliefen die Flecke schnell, das Gestein zeigte da nur zerstreute, wenig hervortretende weisse Flecke, nie so schön wie Typus 2 am vorigen Lokal. In dem kleinen Felsstück, das auf der anderen Seite der Östermalmsstrasse (s. Fig. 1) erhalten geblieben ist, ist der Granit, wenigstens für das unbewaffnete Auge, normal.

Die typischen Flecke (Siehe Pl. 2) an dieser Fundstelle sind ellipsoidisch und erreichen eine Länge von 2—3,5 cm. und einen Querdurchschnitt von 1,5—2 cm., bisweilen mehr. Wie bei den Flecken vom Typus 2 an vorigen Lokal ist es an der Grenze zwischen einem Fleck und dem Granit nur die Abwesenheit von Biotit, die den ersteren von dem letzteren unterscheidet. Dagegen kann man mit dem blossen Auge in den Flecken ziemlich viel Kies, sowohl Magnetkies als Pyrit, unterscheiden, sowie im Centrum in der Regel eine Gruppe brauner Körner. Unter dem Mikroskop findet man, dass der Kies die Zwischenräume zwischen den hellen Mineralien ausfüllt, er findet sich viel seltener ausserhalb als in den Flecken. Das Mineral im Centrum ist *Titanit*. Es lässt sich natürlich nicht entscheiden, ob dieser in jedem Fleck auftritt, dies ist aber dem Anschein nach sehr wahrscheinlich.<sup>1</sup> Der Titanit ist ungewöhnlich stark braun und

<sup>1</sup> Dass er in einigen Flecken nicht zu sehen ist, kann ja darauf beruhen, dass der Schnitt die mehr peripheren, stets titanitfreien Teile getroffen hat.

äftig pleochroitisch, dagegen sind die Interferenzfarben nicht so hoch, wie es bei diesem Mineral gewöhnlich der Fall ist. Seine Ausbildung ist daher besonders eigentümlich; statt, wie er es in der Regel in Eruptivsteinen tut, in idiomorphen Kristallen aufzutreten, ist er hier später als die hellen Mineralien kristallisiert und bildet die Füllung zwischen ihnen, füllt auch bisweilen einzelne Körner derselben vollkommen ein.



Fig. 4. **Schwarz** Titanit, **Grau** Zersetzter Plagioklas, **Hell** Ortoklas und Quarz.  
Gewönl. Licht. Vergr. 20 : 1.

In den von mir untersuchten Flecken haben sich stets die verschiedenen Titanitkörner als gleich optisch orientiert erwiesen, es liegt hier also ein Fall von ophitischer Struktur vor, analog z. B. dem Verhältnis zwischen Feldspat und Augit in Diabas. Einige sehr kleine Titanitörnchen, der Form nach den auf S. 196 beschriebenen ähnelnd, habe ich doch in einem Fleck in Feldspat eingeschlossen gefunden. Wie beim



Typus 2 am vorhergehenden Lokal kommen vereinzelte kleine chloritisierte Biotitschuppen in den Flecken vor. Zirkon und Apatit finden sich sowohl

in den Flecken als in dem Granit rings umher.

Auch in dem obenerwähnten Gestein mit kleineren und unregelmässigen weissen Flecken findet man ähnlichen allotriomorphen Titanit im Centrum eines jedem Flecks.

Wie an vorhergehenden Lokal gehen die Flecke in aplitartige Gänge über; hier sind indessen diese Verhältnisse viel schöner ausgeprägt. Die Breite der Übergangszone beträgt wohl in der Regel nicht mehr als einen oder ein paar Dezimeter, bisweilen viel weniger. Die Gänge, die auch ausserhalb der Partie mit den eigentlichen Flecken auftreten, erreichen oft eine Länge von mehreren Metern, die Mächtigkeit beträgt aber nur einen bis zwei Centimeter. Einander benachbarte Gänge laufen oft parallel und anastomosieren bisweilen mit einander. Der Granit geht beim Sprengen am leichtesten längs den Gängen auseinander.

Der Titanit kommt in den Gängen in ungefähr derselben relativen Menge wie in den Flecken vor. Er ist das einzige dunkle Mineral, das man mit dem blossen Auge in ihnen unterscheiden kann. Meistens kommt er, wie man bereits in der Stufe deutlich erkennt, in der gleichen Weise ausgebildet vor wie in den Flecken, er kann aber auch in ziemlich wohlausgebildeten Kristallen



Fig. 5. Übergang zwischen Flecke und Gang.  
Nat. Grösse.

(Ein typischer Gang bildet den linken Rand des Stufes.)

von einigen Millimeter Länge vorkommen; ob jemals vollständige Idiomorphie vorkommt, ist mir nicht gelungen zu entscheiden.

Ein Dünnschliff aus der Grenze zwischen einem Gang und dem Granit zeigt ganz dieselben Verhältnisse wie ein solcher aus der Grenze zwischen diesem und einem Fleck. Der Titanit ist zwar allotriomorph wie in den Flecken, zeigt aber meistens eine Tendenz zu Idiomorphie; auch dann kann er Feldspat und Quarzkörner einschliessen. Diese Einschlüsse zeigen niemals kristallographische Begrenzung. Auch in den Gängen sieht man einzelne kleine und stark umgewandelte Biotitschuppen sowie kleine im Feldspat eingeschlossene Titanitkörner.

Überhaupt ist auch unter den Mikroskop die Ähnlichkeit zwischen den Flecken und den Gängen sehr augenfällig.

Eine Untersuchung der erhalten gebliebenen Felspartien in den nächsten Umgebungen (dem Gebiet in Fig. 1) ergab folgende Resultate.

Längs der Jungfrustrasse, zwischen der Tyskbagare- und der Östermalmsstrasse, steht Gneis an, durchsetzt von Granit und Pegmatit. Ganz im Nordosten ist mehr reiner Granit mit undeutlichen weissen Flecken, gleich dem Gestein im Norden des Lokals 2 (wahrscheinlich ist diese wie auch die nächste Fundstätte nur eine Fortsetzung von 2). An der Artilleristrasse, gegenüber der Tyskbagarestrasse, findet sich Gneis mit Granitgängen; in einem von diesen sieht man vereinzelte Flecke gleich denen auf Lokal 2. Dagegen kommt keine Fleckenstruktur in dem kleinen Granitfelsen vor, der sich an der Ecke von Karlavägen und Skepparestrasse findet.

In der Nybrostrasse sind noch, nordöstlich von der Östermalmsstrasse, längs einer Strecke von einigen 30 Meter zu beiden Seiten der Strasse, hohe Felswände von Granit und Gneis erhalten. In dem Granit habe ich hier auf beiden Seiten vereinzelte Flecke gefunden, die am meisten dem Typus I auf Lokal 1 ähnen, aber breiteren weissen Kranz haben als es bei jenem die Regel ist. Herr stud. phil. F. ENQVIST hierselbst hat die Freundlichkeit gehabt, mich darauf aufmerksam zu machen, dass die Mauer am »Logården« im königlichen Schloss in Stockholm zu einen Teil aus Fleckengranit errichtet ist. Das fragliche Gestein stimmt völlig mit dem in der Nybrostrasse überein, weshalb dieser Baustein wahrscheinlich von dem genannten Lokal her stammt. In ihm kommt auch eine Ausbildungsform ähnlich den Flecken von Typus 2 auf Lokal 1 vor.

Ausser diesen nunmehr aufgezählten Stellen kenne ich kein Vorkommen von Fleckengranit innerhalb des Stockholmer Granits.

Von den Funden von eigentlichem *Kugelgranit* scheint keiner eine nennenswerte Analogie mit den beschriebenen Verhältnissen aufzuweisen. Die einzige Ähnlichkeit mit den Kugelgranit des Stadtviertels Vasastaden ist das Auftreten der kleinen Quarzkörner in den Feldspaten; diese Erscheinung ist aber vielleicht in Wirklichkeit gar nicht so selten innerhalb des Stockholmer Granits.

Dagegen hat A. LACROIX in Bull. Serv. de la Carte Géol. France. 1900 aus der Gegend des Sees Caillaonas in Lourontal im Département Hau-

tes-Pyrénées ein Gestein beschrieben, das offenbar diesen Bildungen in Stockholm entspricht, wenn auch die letzteren noch grösseres Interesse darzubieten scheinen. LACROIX erwähnt als Grenzfaciesbildungen (*»granite des contacts«*) des Biotitgranits der Gegend u. a. einen *»granite surmicacé«*, ein inhomogenes, sehr biotitreiches Gestein, sowie einen *»granite surmicacé tacheté«*, der ausser den ebenerwähnten Eigenschaften die hat, eine Menge weisser Flecken von 0,5—1 cm. Durchschnitt aufzuweisen, welche dem blossen Auge sichtbaren Titanit enthalten. Bezüglich der Mikrostruktur schreibt LACROIX:

»L'examen microscopique fait voir que ces taches blanches sont formés par des cristaux de plagioclase, englobés par un seul cristal xénomorphe de sphène qui constitue avec eux une remarquable structure ophitique, ce sphène est limpide, homogène, dépourvu d'inclusions ferrugineuses et il est possible qu'il soit primaire et ne dérive pas de la décomposition d'ilménite, d'autant plus que tous les éléments sont remarquablement frais.»

Bemerkenswert ist ferner, dass in diesen Granitvarietäten der Biotit, auch wenn er nach einigen Seiten hin gut kristallographisch begrenzt ist, doch sich oft längs den hellen Mineralien hinzieht (*»moule«*); auch kommen kleine runde Quarzkörner in Feldspat eingeschlossen vor. Die fraglichen Granitvarietäten bilden Betten, injiziert in die paläozoischen Sedimente der Gegend, die eine sehr durchgreifende Kontaktmetamorphose erfahren haben.

Es liegen demnach sehr grosse Übereinstimmungen zwischen diesem *»granite tacheté«* und dem in Stockholm an der Artilleristrasse (Lokal 2) vor. Der grösste Unterschied ist der, dass, wie aus obige Zitat hervorgeht, die Flecke in dem Pyrenäengranit Plagioklas als einziges helles Mineral führen, während das Gestein ausserden sowohl Orthoklas als Quarz führt. Es geht indessen aus Lacroix' Beschreibung im übrigen hervor, dass eben diese Grenzbildungen plagioklasreiche Gesteine sind, und möglicherweise ist der Unterschied zwischen Gestein und Flecke daher nicht so gross, wie man zuerst meinen möchte.

Eine nähere Angabe über den Titanitgehalt in dem normalen Granit eben hier habe ich nicht gesehen, von einer anderen Stelle (Quérigut) führt LACROIX *»un peu de sphène«* für den normalen Granit an. Aplitartige Gänge erwähnt L. nicht im Zusammenhang mit den Flecken, und eine Erklärung für die Erscheinung liefert er, soweit ich habe finden können, nicht.

Obwohl die von mir untersuchten Fundstellen weit mehr Material für eine Deutung bieten, muss ich gestehn, dass ich eine völlig befriedigende nicht habe finden können. Eines dürfte man indessen als sicher annehmen können, dass nämlich alle die verschiedenen Fleckentypen auf wesentlich gleichartiger Weise zustande gekommen sind.

Aus den Übergängen in die aplitähnlichen Gänge geht mit wünschenswerter Deutlichkeit hervor, dass die Flecke keine Konkretionen und über-

haupt keine älteren Absonderungen aus dem Granitmagma, sondern eher den letzten Kristallisationsrest darstellen. Wie dieser die ungewöhnliche Form der Flecke statt der gewöhnlichen Gangform — wie wir sie ja auch hier vertreten finden — angenommen hat, darauf kann ich eine befriedigende Antwort nicht finden.

Das Auftreten des Titanits in grosser Menge in einem Gestein, in welchem er sonst sehr spärlich vorkommt, sowie seine eigentümliche Ausbildungsform dürften dagegen möglicherweise sich erklären lassen. *Notwendig* für die Fleckenbildung kann er nicht sein, das zeigt der Fund auf Lokal 1. Der Umstand, dass das fleckenhaltige Gestein sowohl in den Pyrenäen als in Stockholm eine Grenzbildung ist, und dass an der ersteren Stelle offenbar sehr umfangreiche pneumatolytische Reaktionen am Kontakt stattgefunden haben, macht mich zu der Annahme geneigt, dass der Titanit solchen Prozessen seine Entstehung zu verdanken hat. Von nahezu allen Tiefengesteinen liegen uns ja Beispiele dafür vor, dass in den zuletzt erstarrenden Partien des Magmas die Bestandteile, die sonst spärlich sind, sich in grossen Quantitäten ansammeln können. Ob dagegen der Mangel an Idiomorphie bei dem Titanit darauf beruht, dass er Hohlräume zwischen den Kristallen der hellen Mineralien ausgefüllt hat — miarolithische Hohlräume sind ja in Apliten gewöhnlich, und die Flecke selbst erinnern etwas an solche Hohlräume — oder ob er auf Kosten eines zuvor vorhandenen Minerals gebildet worden ist, diese Frage zu beantworten ist schwieriger.

Der Umstand, dass der Biotit an beiden Orten mangelhafte Idiomorphie zeigt, braucht kaum direkt etwas mit der Fleckenbildung zu tun zu haben, sondern dürfte gleich ihr auf gewissen ungewöhnlicheren Verhältnissen beim Erstarren beruhen. Da der Granit an den von mir untersuchten Lokalen, eben wo die Flecken vorkommen, so frei von Gneisbruchstücken ist, können solche nicht den Impuls zur Bildung dieser Struktur gegeben haben.

Schliesslich will ich erwähnen, dass ich bei den Untersuchungen der Gesteine rings um die grossen Eisenerzmassen bei Kiruna i Lappland herum ziemlich viel Titanit habe studieren können, der selbständiger Begrenzung entbehrte. Das Mineral findet sich nämlich in diesen Syeniten und Syenitporphyren teils die Hohlräume ausfüllend (zusammen mit Magnetit, Apatit und Hornblende), teils in Plagioklasen auf eine Weise, die BÄCKSTRÖM<sup>1</sup> Anlass gegeben hat, sie für pneumatolytisch auf Kosten des Kalkgehalts dieser Gesteine anzusehen. Näher auf diese Frage einzugehen, ist hier nicht der geeignete Ort, ich hoffe indessen bald darauf zurückzukommen; diese Bemerkung hatte nur den Zweck darauf hinzuweisen, dass Titanit als letzte, wahrscheinlich pneumatolytische Bildung vielleicht eine gewöhnlichere Erscheinung ist, als man es bisher geglaubt hat.

Uppsala, in Februar 1908.

<sup>1</sup> HJ. LUNDBOHRM und H. BÄCKSTRÖM, Vortrag im Geologischen Verein in Stockholm am 3. März 1898 (Geol. Fören. Förhandl., Bd. 20, Stockholm 1898).

## 6. Apatitgänge in den Porphyren bei Kiruna.

Von

Per Geijer.

---

Als Teilnehmer an der von Herrn Disponenten Dr. Hj. LUNDBOHM organisierten geologischen Untersuchung der Kirunaer Gegend habe ich während der drei letzten Sommer Feldarbeiten daselbst ausgeführt. Während dieser Arbeiten habe ich auch die bisher wenig studierten Apatitgänge einer Untersuchung unterworfen. Die dabei erlangten Resultate werden hier vorläufig mitgeteilt.

Ich nehme die Gelegenheit wahr, Herrn Disponenten Dr. LUNDBOHM für den interessanten Auftrag, den er mir anvertraut hat, und für gute Ratschläge in vielen Hinsichten, sowie meinen Lehrer, Herrn Professor A. G. HÖGBOM, der mich mit Ratschlägen und Auskünften unterstützt hat, meinen herzlichen Dank auszusprechen. Weiterhin fühle ich mich zu Dank verpflichtet dem Herrn Präparator A. R. ANDERSSON, der die nötigen Dünnschliffe mit grosser Sorgfalt angefertigt hat, sowie den Herren Lic. phil. O. TENOW und Cand. phil. O. SJÖGREN für freundliche Hülfe bei ein paar der Photographien.

*Das geologische Auftreten der Apatitgänge.* Die Geologie der Kirunaer Gegend dürfte nunmehr ihren Hauptzügen nach soweit bekannt sein, dass ich hier nicht auf sie einzugehn brauche, ich erinnere nur daran, dass eine Beschreibung derselben von LUNDBOHM und BÄCKSTRÖM in Geol. Fören. Förhandl., Bd. 20 (1898) geliefert worden ist, [Siehe auch: DE LAUNAY, Les gisements de fer scandinaves, in Annales des Mines, 1903, sowie O. STUTZER, Geologie und Genesis der lappländischen Eisernerz-lagerstätten, in Neues Jahrb. f. Min. usw., Berl., Bd. 24 (1907)]. Die Kartenskizze Fig. 1 zeigt im Massstabe 1 : 50,000 etwas schematisiert die Verhältnisse in den nächsten Umgebungen von Kiruna.

- 1 bezeichnet Grünsteine,
- 2 » älteres Sedimentkomplex (»Kurravaarakonglomerat«),
- 3 » Syenite und Keratophyre,
- 4 » Quarzkeratophyre,
- 5 » jüngere Sedimente (»Haukiserie«),

Schwarz bezeichnet Eisenerz (Magnetit).

Gangförmige Bildungen von Apatit finden sich innerhalb des Gebiets fast ausschliesslich in dem östlich von den grossen Erzmassen auftretenden, gewöhnlich roten Quarzkeratophyren, wo sie besonders zahlreich zwischen Luossavaara und den nordnordöstlich von diesem Berg gelegenen See Nokutusjärvi sind, vor allem nahe der östlichen (d. h. oberen) Grenze des Porphyrs. Auch auf den Luossavaara werden sie hauptsächlich in den östlichsten Porphyrfelsen angetroffen. Weiter südwärts treten die Gänge, die hier viel kleiner als nach dem Nokutusjärvi zu sind, in einer Zone auf, die einige Hunderte von Metern von der Ostgrenze des Porphyrs abliegt. In fester Kluft habe ich keine Gänge weiter nach Süden als bis ungefähr 1 km. südlich von den südöstlich von dem Luossavaara liegenden kleinen See Mattojärvi gefunden; es beruht dies darauf, dass eben die östlichsten Teile des Porphyrgebiets hier mit quartären Ablagerungen bedeckt sind, denn ich habe durch Blockstudien gefunden, dass Gänge wenigstens so weit nach Süden zu sich finden müssen; wie die grossen Erzmassen in Kirunavaara sich erstrecken, wenn nicht weiter.

Ausser in dem Quarzkeratophyr treten Gänge von diesem Typus auch in den Keratophyren auf, die westlich von den grossen Erzlagern auftreten und demnach das Liegende derselben bilden. Hier findet sich ein Gang am Nordabhang des Luossavaara, höchstens 100 Meter westlich von den Erzmassen, sowie zahlreiche sehr kleine Gänge zwischen diesem Berg und dem Nokutusjärvi. Keiner dieser Gänge erreicht indessen eine Mächtigkeit von mehr als einigen Zentimetern, allerhöchstens einem Dezimeter.



Fig. 1. Orientierungskarte.

Wie aus der folgenden Beschreibung der Apatitgänge des Quarzkeratophyrs hervorgeht, können sie sich demnach den Dimensionen nach nicht mit den grösseren unter diesen letzteren vergleichen.

Zwischen dem Quarzkeratophyr und den Schiefern der Haukiserie findet sich eine wenig mächtige Zone von eigentümlichen und schwer zu bestimmenden Gesteinen; das Verhältnis der Apatitgänge zu diesen kann ich hier nicht berühren, grosse Wahrscheinlichkeit besteht jedoch, dass sie dort nur in Gesteinen auftreten, die den darunterliegenden typischen Quarzkeratophyr sehr nahe stehen.

Es ist am zweckmässigsten, mit der Beschreibung der Gänge in dem Quarzkeratophyr zwischen dem Luossavaara und dem Nokutusjärvi zu beginnen. Dort ist der Felsengrund in einem Gebiete von ungefähr 600

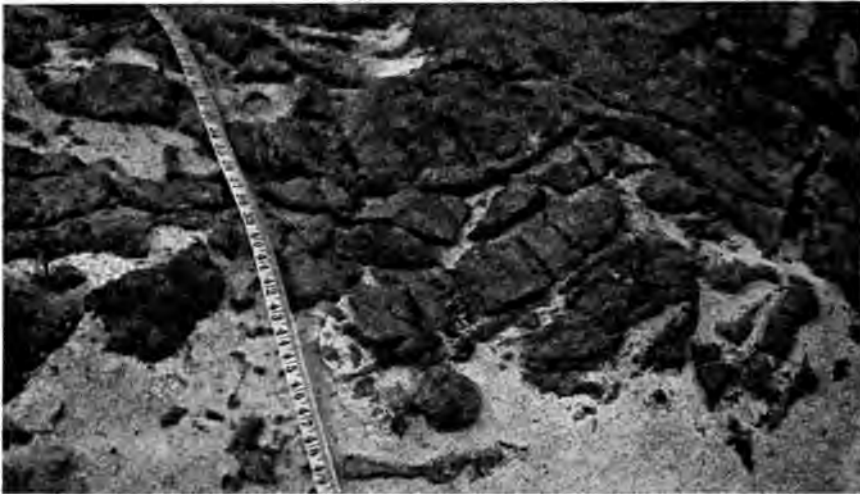


Fig. 2. Detail eines Apatitganges. Mass in Zentimeter.

Meter Länge und 100 Meter Breite in allen Richtungen von Apatitgängen von meist nur einigen Zentimetern oder einem Dezimeter Mächtigkeit durchzogen; diese Gänge verlaufen stets der Hauptsache nach gerade, nie geschlängelt, und sie sind bisweilen so zahlreich, dass der Porphyrr ganz in eckige Blöcke zerstückelt ist, die von einander durch Apatit getrennt sind. In dem Porphyrr zwischen den Apatitgängen kommen zahlreiche, mehr unregelmässige Quarz-Eisenglanzgänge vor.

Der grösste Apatitgang innerhalb dieses Gebiets und, soweit bisher bekannt ist, in der ganzen Gegend, hat eine Länge von ungefähr 40 Meter und verläuft ungefähr von Westen nach Osten. Die Breite wechselt gewöhnlich zwischen 0,5 und 1 Meter, steigt aber an einer Stelle bis auf nahezu 2 Meter an, doch wird keineswegs diese ganze Fläche von Apatit in Anspruch genommen, sondern es finden sich in dieser Porphyrrstücke, bald mehr vereinzelt, bald dicht gehäuft. Die Dimensionen wechseln von

grossen Blöcken bis herunter zu einzelnen Feldspäten; besonders die grösseren Bruchstücke sind bemerkenswert scharfeckig.

Die Photographie Fig. 2. zeigt ein Detail dieses Ganges, Porphyrstücke im Apatit. Der Gang zertrümmert schnell an beiden Enden. Der Porphyr rings herum und noch mehr in den Bruchstücken ist an verwitterter Oberfläche ziegelrot und ist dem Anschein nach umgewandelt. Ausser dem Apatit, der feinkristallinisch und gewöhnlich weiss oder rötlich und dem in den grossen Erzmassen ähnlich ist, sieht man in dem grossen Gang nur ein wenig Eisenglanz und Magnetit innerhalb begrenzter Gebiete, sowie einige schwarze Streifen, die, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt (vgl. unten), aus Turmalin bestehen. Einige andere, an Mächtigkeit



Fig. 3. Apatitgang mit Fluidalstruktur.

nicht viel nachstehende Gänge sind dagegen sehr reich an Eisenerz, sowohl Magnetit als besonders Eisenglanz, beide in der Regel feinkörnig und durch einander gemischt. Die Verteilung dieser Erzminerale in dem Gange ist bemerkenswert. Oft bringt sie eine ausgezeichnet schöne Parallelstruktur hervor, die mit den Salbändern gleichlaufend ist (s. die Photographie Fig. 3). Diese Struktur ist ganz ähnlich der, welche in Kirunavaara besonders nahe dem Liegenden in der Hölzel »Geologen«, gewöhnlich ist und erinnert auch stark an einige Erscheinungen in Grängesberg (Exportfeld). Die oft deutliche Fluidalstruktur ist auf Fig. 3 und 4 zu sehen. In letzterer zeigt sich deutlich, wie eine eisenglanzreichere Zone in dem Apatit eine markierte Ausbuchtung nach der Seite hin macht, nach welcher der Gang eine Apophyse entsendet. Man beachte auch die kleineren Struktur-



zügen in dieser dunkleren Zone! Diese Struktur kann nicht sekundär sein, denn weder der Apatit noch das Nebengestein zeigen Druckphänomene, die zur Annahme so bedeutender Pressungen Anlass geben, wie sie für ihre Hervorrufung notwendig gewesen wären, vielmehr muss sie primär und demnach ein wirkliche Fluidalstruktur sein. Bisweilen ist das Erz in kleinen schlierigen Klumpen angesammelt; alle denkbaren Mischungsverhältnisse zwischen Erz und Apatit kommen vor, bemerkenswert ist aber, dass die Erzminerale auch in Gängen von sehr geringer Mächtigkeit sich oft in runden Klumpen ansammeln. In mächtigeren Gängen finden sich an ein paar Stellen eckige Bruchstücke von erzhaltigem, etwas fluidalstreifigem Apatit, die in reinem Apatit liegen. Porphyrische Ausbildung des Apatits, so dass Einsprenglinge von einigen Zentimetern Länge in einer feinkörnigen Grundmasse liegen, ist nicht selten; fleckenweise kommt



Fig. 4. Apatitgang mit Fluidalstruktur.

größere Ausbildung vor, wobei gewöhnlich in der Mitte des Flecks ein offener Drusenraum sich findet, in welchen die Apatitkristalle mit freien Enden hincinragen, eine Ausbildung die sich bisweilen auch in längeren Schlieren findet. In einem kleinen Gange erreicht wenigstens die Hauptmasse der Apatitindividuen eine Länge bis zu 5 Zentimeter. Einige kleinere Gänge sind besonders turmalinreich. Der Turmalin ist schwarz und in Individuen von einigen Millimetern Länge ausgebildet; er ist gewöhnlich in ziemlich wohlbegrenzten, mit den Salbändern parallelen Streifen angesammelt, in welchen er oft mehr als die Hälfte der ganzen Masse ausmacht, oder auch bildet er eine schmale Umrandung rings um die Bruchstücke von Porphyry, wobei er jedoch fast stets ganz im Apatit liegt.

Die Quarz-Eisenglanzgänge sind unregelmässiger als die Apatitgänge, verlaufen aber analog mit diesen. Ihre Mächtigkeit ist weit geringer, sie erreicht selten mehr als einen Dezimeter. An mehreren Stellen habe ich

Das Verhältnis zwischen den Apatit- und den Quarz-Eisenglangzgängen beobachten können; es zeigte sich da mit aller Deutlichkeit, dass die letzteren als eine Art Apophysen von den ersteren her zu betrachten sind; in einer typischen Stufe, die ich mitgebracht habe, sieht man so eine einige Millimeter breite Apophyse von einem Apatitgange aus bis zu einer Länge von kaum einen Zentimeter aus Apatit (wie in dem grösseren Gange etwas urmalinhaltig), danach aus Quarz und Eisenglanz bestehend. Wie unten beschrieben werden wird, kann die Anreicherung dieser beiden Mineralien unter dem Mikroskop auch in ganz kleinen Apophysen konstatiert werden. Einmal habe ich beobachtet, dass die mittlere Partie eines kleinen Apatitganges aus ihnen bestand.

Es kann hier angebracht sein darauf hinzuweisen, dass sich eine Angabe betreffs der Apatitgänge, wie sie Gegenstand dieser Untersuchung sind, in der geologischen Litteratur findet, wenn sie auch in gewissen Hinichten irreführend ist. STUTZER beschreibt nämlich einen erzhaltigen Apatitblock mit Porphybruchstücken, den er in Kiruna zum Geschenk erhalten hat mit der Angabe, dass er von dem Luossavaara herstamme; er zieht hieraus, wenn ich ihn recht verstehe, den Schluss, dass der Block von den grossen Erzmassen in diesem Berge herrührt. Dies kann jedoch keinesfalls der Fall sein; sofern es nicht ein loser Moränenblock ist, muss er den Apatitgängen, zu denen er offenbar gehört, entnommen sein. Der Name Luossavaara umfasst nämlich nicht nur die genannte Erzmasse, sondern den ganzen Berg, über dessen Gipfel diese hin verläuft.

Die *mikroskopische Untersuchung der Gänge* im Quarzkeratophyr zwischen dem Luossavaara und dem Nokutusjärvi ergibt folgende Resultate.

Der *Apatit* gleicht auch unter dem Mikroskop vollständig dem Apatit im Erze von Kirunavaara; er ist in langgestreckten Körnern ausgebildet, die gewöhnlich regellos liegen. Bisweilen kommt indessen sphärolithische Gruppierung vor, und an einer Stelle habe ich schön fluidale (trachytoidale) Anordnung der Apatitprismen rings um ein kleines Porphyfragment herum gefunden. Die Korngrösse des Apatits ist, wie bereits erwähnt, ziemlich verschieden. Wo *Eisenglanz* und *Magnetit* vorkommen, bilden sie meistens kleine, zackig begrenzte Flecke. Der *Zirkon* kommt zwar der Menge nach weit hinter den eben erwähnten Mineralien, er findet sich aber in jedem Präparat als unregelmässige, an Epidot erinnernde Körner. Er ermangelt gewöhnlich der Kristallbegrenzung und scheint älter zu sein als der Apatit, in welchem er oft eingeschlossen gefunden wird. Die Grösse dieser Einschlüsse variiert sehr, und man dürfte fast sicher behaupten können, dass die in dem Apatit zahlreichen, kurz stabförmigen kleinen Interpositionen auch diesem Mineral angehören. *Quarz* kommt ziemlich oft vor, bald mit Tendenz zur Idiomorphie, bald mit Mesostasischarakter. Zwischen den Apatitkörnern sieht man sehr oft klar rote Schuppen von *Eisenglimmer*; dieser ist stets jünger als der Apatit und offenbar die Ursache seiner makroskopisch oft roten Farbe.

Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von *Feldspat* und *Turmalin*. Ersterer kommt in zwei verschiedenen Typen vor, der eine ist rot pigmentiert und offenbar von dem Nebengestein losgerissen, sowie oft von einer Borte schön idiomorphen *Muscovits* (welches Mineral auch spärlich unter den Apatitkörnern angetroffen wird) umgeben, der andere gehört offenbar der Mineralgesellschaft der Apatitgänge an. Dieser Feldspat ist in der Regel Plagioklas (albitischer Oligoklas), klar mit fast mikrotinartigem Aussehen und oft verzwillingt. Auch finden sich zerstreute Mikroklinkörner. An Korngrösse übertrifft der Feldspat gewöhnlich den Apatit; er enthält oft Einschlüsse von diesem letzteren und ist in ungefähr isometrischen Feldern ausgebildet; als eigentliche Mesostasis wird er hier nicht beobachtet. Demnach muss bei der Kristallisation des Feldspats schon ein Teil Apatit ausgeschieden gewesen sein. Das genannte Verhalten des Feldspats gegenüber dem umgebenden Apatit scheint mir aber darauf hinzudeuten, dass wenigstens ein Teil dieses letzteren ungefähr gleichzeitig mit dem Feldspat kristallisiert sein muss. Auch sieht man an einer Stelle eine Sphärolitenbildung von Apatit, die in ihrer Entwicklung von einem Feldspatindividuum gehindert worden zu sein scheint.

Der *Turmalin*, der in der Stufe schwarze Farbe hat, zeigt unter dem Mikroskop Pleochroismus, in schwach Rötlich-Braungrün, bisweilen sieht man im Zentrum die tiefblaue Färbung. Er zeigt sehr schöne Idiomorphie gegenüber den übrigen Mineralien, die Individuen liegen aber oft so dicht, dass sie sich gegenseitig an der Entwicklung gehindert haben; an Grösse übertrifft er in der Regel nicht unbeträchtlich die umgebenden Apatitkörner. Die Turmaline sind stets poikilitisch mit Einschlüssen von Apatit gespickt (vgl. Fig. 5); von diesen sind oft einander naheliegende gleich orientiert, wodurch ein Übergang zu mikropegmatitischer Durchwachsung entsteht. Quarz kommt bisweilen in der gleichen Weise wie Apatit vor, also in Turmalinen, die gute Kristallbegrenzung gegen Apatit zeigen (vgl. was oben bezüglich des Verhältnisses zwischen Quarz und Apatit, wo sie direkt an einander stossen, gesagt worden ist). Dann und wann findet man kleine Turmaline in den grossen eingeschlossen.

Den regelmässigen Durchwachsungen muss, wie auch dem Verhältnis zwischen Feldspat und Apatit, sehr grosse Bedeutung für das Verständnis der Bildungsweise der Apatitgänge beigemessen werden. Die verschiedenen Mineralien müssen nahezu gleichzeitig kristallisiert sein, oder, vielleicht besser ausgedrückt, innerhalb Perioden, die weit in einander eingegriffen haben, so dass die Abscheidung eines Minerals schon begann, während das nächst vorhergehende gerade dabei war zu kristallisieren.

Das Nebengestein (der Quarzkeratophyr), das porphyrische Kalifeldspaten und feinkörnige Grundmasse mit »quarz globulaire« hat, ist besonders in den Bruchstücken stark rot pigmentiert. Soweit ich habe finden können, liegt das Pigment zwischen den Mineralkörnern. Nahe der Apatitgrenze sieht man im Porphyrit oft viel Zirkon sowie Apatit und andere von den Mineralien der Gänge; bisweilen findet sich dicht an der Grenze eine an diesen

besonders reiche, grobkörnigere Zone von ein paar Millimeter Breite. Diese Anreicherung von in dem Gestein sonst spärlicher vorkommenden Mineralien ist bemerkenswert und vielleicht mit dem Vorkommen des Zinnsteins in manchen Greisenbildungen zu vergleichen; auch kommen in kleinen Flecken von gewöhnlich nur einigen Millimetern Durchschnitt Eisenglanz, Albit, Quarz, Apatit, Zirkon, Turmalin vor. Letztgenanntes Mineral findet sich



Fig. 5. Turmalin in Apatit.

Gewöhnl. Licht. Vergr. 26 : 1 (Der helle Fleck ist ein Loch im Schliffe).

auch in wenigstens einem Fall als deutliche Neubildung aus Feldspat, sowie bisweilen in der Grundmasse, dann mit schlauchförmigen Einbuchtungen (vgl. auch STUTZER, a. a. O.). Besonders um die Zirkonkörner herum ist das rote Pigment im Porphyir angesammelt, weniger ausgeprägt um den Apatit herum.<sup>1</sup> In den erwähnten Flecken von Mineralien der Apatit-

<sup>1</sup> Dies erinnert ja in hohem Grade an die pleochroitischen Höfe um Zirkon herum z. B. in Biotit.

gänge liegt das Pigment *zwischen* den Körnern. Auch in ganz kleinen — ein paar Millimeter langen — Apophysen von den Apatitgängen aus findet man, dass Eisenglanz und Quarz dominieren; von diesen ist ersterer am ältesten.

Zu dieser Beschreibung der Gänge im Quarzkeratophyr dicht neben den Nokutusjärvi ist für die übrigen innerhalb dieses Gesteins wenig hinzuzufügen. Das Nebengestein zu einem Gange etwas südlich hiervon ist ungewöhnlich apatitreich, ein anderer Gang besteht überwiegend aus feinkörnigem Eisenglanz und dem blossen Auge sichtbarer Hornblende mit den gewöhnlichen Charakteren dieses Minerals im Kirunaporphyr (schwacher Pleochroismus in Blaugrün-fast farblos, etwas über 20° Auslöschungsschiefe). In diesen Gänge fehlen Quarz und Feldspat. — In einem wenig mehr als zentimetermächtigen Gange südlich von den See Matojärvi findet sich u. a. gelbbrauner Biotit und einige Körner Pyrit, ausserdem recht viel Chlorit.

Der Gang im Liegenden des Erzes auf dem Luossavaara entbehrt fast völlig Erzminerale und gleicht im übrigen in allem Wesentlichen dem beschriebenen Typus. Der Eisenglimmer ist in Haufen angesammelt, wodurch der Apatit in der Stufe ein rotleckiges Aussehen erhält. Hornblende, gleich der zuvor beschriebenen, findet sich in nicht unbeträchtlicher Menge, gleichmässig im dem Gange verteilt. In den Keratophyren weiter nordwärts, näher am Nokutusjärvi, kommen innerhalb eines begrenzten Gebiets unzählige, nur einige Millimeter mächtige Gänge von Apatit vor, oft mit ziemlich grobkristallinischem Magnetit, sowie Adern von Kalkspat. Andere Gänge in diesem Gebiet sind einige Zentimeter mächtig und bestehen hauptsächlich aus Apatit neben etwas Plagioklas, Perthit und Quarz. Der letztgenannte ist als typischer Zwischenklemmungsmasse ausgebildet. Jünger als er ist indessen Kalkspat, der stellenweise in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden ist. Das Nebengestein, das in gewöhnlichen Fällen grau und magnetitreich ist, ist dicht bei den Apatitgängen rot pigmentiert, arm an Magnetit, dafür aber ziemlich reich an Apatit. Hier, wie in allen anderen Fällen, wo ich unter dem Mikroskop den Kontakt studiert habe, ist dieser jedoch scharf und deutlich.

Die hier angeführten Beobachtungen scheinen mir hinreichend, um sich eine ungefähre Auffassung von der Genesis der Apatitgänge bilden zu können. Aus den angeführten Beispielen von Fluidalstruktur und regelmässiger Durchwachsung geht unzweideutig hervor, dass sie *magmatische* Bildungen sein müssen, so dass die Gangmasse vor der Kristallisation im flüssigen Aggregationszustand gewesen ist. Dass dieses Magma weit reicher an Gasen als der umgebende Keratophyr gewesen ist, ergibt sich aus mehreren, in den Gängen vorkommenden Mineralien, an deren Bildung solche Elemente, wie Fluor und Bor, teilgenommen haben (z. B. Turmalin, Apatit, vielleicht auch zu einem Teil Zirkon u. a.).

Die Apatitgänge sind demnach als magmatische Erstarrungsprodukte

zu charakterisieren, bei deren Bildung auch nicht unbedeutende pneumatolytische Prozesse vorgekommen sind.<sup>1</sup>

*Das Verhältnis der Apatitgänge zu den Keratophyren.* Der geradlinige Verlauf der Gänge erinnert in so hohem Grade an den der Spaltensysteme in den Keratophyren, dass die Gangmasse erst erstarrt sein kann, nachdem das umgebende Gestein schon fest geworden war. An einigen Stellen machen die Gänge indessen der Hauptsache nach den Eindruck, als wären sie ungewöhnlich wohlbegrenzte Schlieren, dies sind jedoch Ausnahmefälle. Sie müssen demnach sekretionäre Bildungen sein, analog Pegmatiten und Apliten, für welche Gesteine ja auch die gleichzeitige Kristallisation charakteristisch ist; für eine derartige Ansicht spricht auch das Vorkommen der pneumatolytischen Mineralien. Diese Form von Apatit- und Erzkonzentration ist demnach von den titanreichen Erzkonzentrationen der basischen Eruptive zu trennen.

Es ist nicht ohne Interesse, die hier beschriebenen Gänge mit anderen Ansammlungen von Apatit innerhalb des Gebiets der Kirunaporphyre zu vergleichen.

In den Porphyrgesteinen des Liegenden ist eine eigentümliche Mandelsteinstruktur besonders auf dem Kirunavaara sehr verbreitet (kurz beschrieben von BÄCKSTRÖM, a. a. O.). Diese Mandeln sind ganz oder teilweise mit Hornblende, Apatit, Magnetit und Titanit gefüllt; besonders ist die Hornblende gewöhnlich. Nach BÄCKSTRÖM ist die Altersfolge die, in welcher sie hier aufgezählt worden sind. Sie treten auch alle als Spaltenbekleidung auf. Oft sind die Mandeln in magnetithaltigen Gesteinen von einer Zone umgeben, die gänzlich dieses Minerals entbehrt, und die Feldspate der Grundmasse sind nach den Mandeln zu viel grösser als gewöhnlich. Diese Armut an Magnetit dicht bei einer von diesem Mineral ausgefüllten Mandel tritt bisweilen sehr deutlich in der Stufe hervor, indem in dem dunkelgrauen Gestein ein weisser Ring um die Mandeln herum zu sehen ist. Eine allgemeine Regel ist die, dass das Gestein rings um Mandeln, und oft auch dicht an den Spalten, die mit Hornblende oder Magnetit gefüllt sind, nicht seine gewöhnliche Farbe hat, die grau in verschiedenen Nuancen ist, sondern dass es schwach blassrot ist.

Nach BÄCKSTRÖM'S Ansicht sind diese Mandelfüllungen durch pneumatolytische Reaktionen während der Zeit gebildet, die zwischen den Eruptionen der Gesteine des Liegenden und des Hangenden vergangen ist. Indessen machen die oben angeführten, von mir beobachteten Tatsachen es nicht unwahrscheinlich, dass die Mandeln oft ihr Material aus dem nächst umliegenden Gestein erhalten haben, und dass sie demnach Sekretionen sind, in vielen den oben beschriebenen Gängen gleichend; und eben diese Deutung dürfte auch wenigstens von einem Teil der Spaltenfüllungen gelten können. Wie auch BÄCKSTRÖM hervorgehoben hat,

<sup>1</sup> Der zufällig vorkommende Kalkspat dürfte aus dem magmatischen (juvenilen) Wasser abgesetzt sein können, sofern er nicht nur eine spätere Infiltration in eine drusige Apatitmasse ist.

kommt der Titanit auch als *Neubildung* in den Plagioklasen vor. Dieses Verhältniss habe ich auch bisweilen in dem Quarzkeratophyr beobachtet.

Von Interesse ist ein Vergleich zwischen den Apatitgängen und den grossen Erzmassen in Kirunavaara und Luossavaara. Zwar ist der Unterschied in der Grösse unerhört, und auch im geologischen Auftreten finden sich eine Reihe nicht unwichtiger Verschiedenheiten, andererseits aber finden sich innerhalb des nordlappländischen Erzdistrikts (Jukkasjärvi malmtrakt) mehrere Erzfelder, die in diesen Hinsichten eine Zwischenstellung einnehmen; im besonderen ist der innerhalb meines Arbeitsfeldes gelegene Tuolluvaara sowie Mertainen und Painirova zu nennen. [Abbildungen von dem erstgenannten dieser brecciösen Erze finden sich bei STUTZER (a. a. O.), der auch ein interessantes Bild vom Painirova mitteilt; von der Mertainen-breccia finden sich gute Abbildungen in »Jukkasjärvi malmtrakt« S. G. U., Ser. C. 183]. Besonders am Mertainen scheinen, nach BÄCKSTRÖMS Beschreibung,<sup>1</sup> umfangreiche pneumatolytische Neubildungen vor sich gegangen zu sein.

Von den Mineralien der Apatitgänge finden sich im Erz von Kirunavaara wieder: Apatit, Magnetit, Eisenglanz, Hornblende, Biotit, Zirkon,<sup>2</sup> Pyrit. Dagegen fehlen Quarz (wenigstens primär) und Feldspat, sowie Turmalin, der jedoch möglicherweise im Nebengestein vorhanden ist. Von den in dem Erz auftretenden Mineralien ist der Titanit das einzige bemerkenswerte, das wenigstens bisher nicht in den Gängen nachgewiesen worden ist.<sup>3</sup> Der Titanit findet sich indessen in dem Erz nur innerhalb begrenzter Gebiete. Alle andere Bestandteile haben der Hauptsache nach gleiche Ausbildung. Besonders ist dies bezüglich der Hornblende auffallend. In dem Erzapatit findet sich nämlich eine sehr helle, strahlsteinartige Hornblende in Nadeln, bisweilen quantitativ den Apatit überwiegend. Sie hat grelle Interferenzfarben und ist oft in Bündeln zwischen den Apatitkörnern angesammelt. In genau derselben Ausbildung habe ich sie in einem Apatitgang gefunden, und ebenso kommt er in dem Apatit aus dem Erz bei Lebiajaä im Ural vor, woher Prof. HÖGBOM Material mitgebracht hat, das ich zu studieren Gelegenheit gehabt habe.

Der Apatit in dem Erz (Kirunavaara) ist Fluorapatit, in der einzigen mir bekannten vollständigeren Analyse (Sveriges Geol. Unders., Ser. C., Nr. 127) mit 0,22 % Chlor. Für die vorliegende Untersuchung hat Herr stud. phil. N. PIHLBLAD Chlorbestimmungen ausgeführt, teils an reinem Apatit aus einem Gang in der Nähe des Nokutusjärvi, teils an Kristallen aus Mandeln im Liegenden in Kirunavaara. Beide waren offenbar Fluorapatite, die Analysen zeigen nur 0,16 bzw. 0,08 % Chlor.

<sup>1</sup> Geol. Fören. Förhandl. 1904.

<sup>2</sup> Zirkon ist, soviel ich weiss, bisher nicht mit Sicherheit von Kirunavaara angegeben worden. Ich habe indessen in mehreren Präparaten oft ziemlich grosse Körner davon gesehen, die denen in den Apatitgängen völlig analog sind.

<sup>3</sup> Ich habe später in einem Schlicke aus dem oben erwähnten Apatitgange am Nordabhange des Luossavaara Titanit gefunden.

Dass in vieler Hinsicht grosse Ähnlichkeiten zwischen den Gängen und den Erzen vorhanden sind, dürfte sich klar ergeben, wenn man die Beschreibung, die ich hier von den ersteren gegeben, wie auch die Photographien und Abbildungen von dem Erz in Kirunavaara, wie sie sich z. B. bei LUNDBOHR (Kiirunavaara och Luossavaara, Sveriges Geol. Unders., Ser. C., Nr. 172), DE LAUNAY und STUTZER (a. a. O.) finden, mit einander vergleicht. Ein solcher Vergleich dürfte deutlich zeigen, dass die Apatitgänge einen sehr wichtigen Anhaltspunkt für die Erörterung der Frage nach der Entstehung der grossen Erzmassen (von Kirunavaara-Luossavaara) abgeben.

Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass im Malmberg bei Gellivare Bildungen vorhanden sind, die in allem Wesentlichen mit unseren Gängen in der Kirunaer Gegend übereinstimmen, nämlich das Apatitvorkommen in der Desideria, das von der Apatitkommission untersucht und von LUNDBOHR (Sveriges Geol. Unders., Ser. C., Nr. 111 und Nr. 127) beschrieben worden ist. Der Apatit dort zeigt dieselben Verhältnisse zum Nebengestein wie unsere Gänge, und auch in der mineralogischen Zusammensetzung finden sich beträchtliche Übereinstimmungen; ausser dem Apatit kommen nämlich Magnetit, Hornblende und Feldspat vor, welcher letzterer jedoch möglicherweise stets vom Nebengestein losgerissen ist, sowie in dem Nebengestein Turmalin. Der Desideria-Apatit scheint den Apatitgängen des Kirunaer Gebiets völlig zu entsprechen; somit noch eine Übereinstimmung zwischen den beiden grössten lappländischen Apatiterzfeldern.

Als diese Mitteilung schon im Manuskript vorlag, erhielt ich durch das Märzheft von Geol. Fören. Förhandl. von der Stellung Kenntnis, welche Professor HJ. SJÖGREN nunmehr bezüglich der Frage nach der Bildungsweise der mittelschwedischen Eisenerze einnimmt. Hier stellt er als Versuchshypothese »ihre Bildung durch magmatische Wasserschmelzen, die einerseits in gewöhnliche Lösungen, andererseits in magmatische Ausscheidungen übergehen können«; die apatitischen Erze sind nach ihm aus Schmelzen mit relativ wenig Wasser entstanden, d. h. sie stehen den magmatischen Differentiationsprodukten in gewöhnlichen Sinne am nächsten.

Zu dieser Hypothese ist SJÖGREN durch rein physikalisch-chemische Betrachtungen gekommen; bemerkenswert ist es da, dass die Form, in der er sich ihre Anwendung auf die Apatiterze gedacht hat, so nahe mit der oben für die von mir untersuchten erzhaltigen Apatitgänge vorgeschlagenen Deutung übereinstimmt.

Uppsala, im März 1908.

---



## 7. Über einige lamelläre Mineralverwachsungen mit Kalkspat.

Von

A. G. Högbom.

### Vorkommen und makroskopische Eigenschaften.

Vor einigen Jahren beschrieb ich in diesem Bulletin (Vol. III, S. 433—453) einige Mineralverwachsungen, unter diesen auch eine eigentümliche



Fig. 1. Lamellärer Kalkspat mit eingelagerten Platten von körnigem Quarz.

Ornö. Nat. Gr.

Verwachsung zwischen Kalkspat und Quarz, in welcher Platten von körnigem Quarz in paralleler oder subparalleler Anordnung in grösseren Kalkspatindividuen eingeschaltet waren. Ich wiedergebe hier die beiden Figuren, durch welche in der genannten Aufsatz diese Verwachsung illustriert wurde (Fig. 1 und 6), und komme später zu einer kleinen Berichtigung meiner früheren Angabe über die Orientierung der Platten zurück.

Kurz nach der Veröffentlichung dieses Aufsatzes bekam ich von meinem Freunde, Doktor K. ARNELL in Gefle ein von ihm auf Iggö im

Geflebusen gefundenes Geschiebe, welches analoge Verwachsungen zwischen einerseits Quarz, Ortoklas und Epidot, andererseits Kalkspat zeigte. Diese Verwachsung gehörte nach der Beschaffenheit des Geschiebes zu urteilen offenbar einer Breccie. Da das von mir beschriebene Vorkommen auch als eine Breccienbildung aufgefasst werden konnte (l. c. S. 447), und da ein anderes Vorkommen, auf Gråfläsjan bei Rödö, welches ich bei derselben Gelegenheit kurz beschrieben hatte (S. 450), auch an einer breccienartigen Spaltenausfüllung gebunden war, wurde es wahrscheinlich, dass diese lammellierte Verwachsung mit Kalkspat eine für viele Breccien auszeichnende Erscheinung sei. Dies wurde auch durch einen späteren Fund von unserem Preparator AX. ANDERSSON bestätigt.

In der Nyängsgrube, Gestrikland, fand er bei einer für Mineralsammeln vorgenommenen Reise auf den Schürfhaufen grosse aus einer Verwerfungsschlufte aufgeförderte Breccienblöcke mit derselben Struktur, und er heimführte davon mehrere Probestücke.

Das von ARNELL gefundene Geschiebe kann nicht aus dieser Kluftort stammen, da die glaciale Transportrichtung etwa nordsüdlich gewesen ist, und die Fundort des Geschiebes einige Meilen östlich von der Nyängsgrube liegt. Auch die Beschaffenheit der Bruchstücke — Granit und arkoseartiger Sandstein(?) — zeigt auf eine andere Kluftort hin. Ich halte es aber nicht unwahrscheinlich, dass diese Verwachsungsstruktur mehreren der postarchaischen Verwerfungslinien in Gestrikland und Upland zukommt. Die bei diesen gebundenen Breccien, welche nur selten anstehend gefunden werden, zeigen nämlich grosse Ähnlichkeit mit gewissen Partien der Nyängsbreccie wo diese nicht lamellär struiert ist.

Da das Geschiebe und die Nyängsbreccie bezüglich der in die Verwachsung eingehenden Mineralien und ihrer Ausbildung einander ganz ähnlich sind, ist es nicht nötig bei der Beschreibung beide streng auseinander zu halten.

Die Nyängsbreccie enthält scharfeckige, grössere und kleinere Bruchstücke der anstehenden Gesteine, nämlich eines rötlichen, z. T. fast hälleflintartigen Gneisses, eines körnigen Kalksteins und eines basischen Ganggesteins. Wo diese Fragmente mehr dicht an einander liegen, sind sie hauptsächlich durch Quarz verkittet, der inzwischen bis centimetergrosse, parallele oder radiierend von den Bruchstücken ausstrahlende Stengel bildet. Diese Stengel haben in einigen Proben eine amethystartige, in anderen eine citrinartige Farbe und sind gegen die Hohlräume oder gegen den diese oft ausfüllenden Kalkspat mit freien Enden entwickelt. Die Endflächen des Quarzes sind in diesem Falle mit einem rostbraunen Überzug versehen. Wenn der Kalkspat, welcher gewöhnlich sehr grobkristallinisch ist, die von dem Quarz übrig lassenen Hohlräume nicht vollständig ausgefüllt hat, zeigt er an den freien Kristallflächen starke Korrosionserscheinungen, so dass er matt und roh ist. Bergpech findet sich sowohl zwischen den Kalkspaten in den Drusenräumen wie an der Ansatzfläche des Quarzes auf den Gesteinsbruchstücken. In anderen Teilen der Breccie

ist das Bindemittel der dann gern mehr zerstreut liegenden Bruchstücke ausschliesslich grobspatiger Kalkspat ohne Unterlage von Quarz.

Die Kalkspatindividuen, welche 5 bis 10 cm. Durchschnitt messen können, scheinen gewöhnlich recht isometrisch zu sein. Sie sind stark gepresst, so dass die Spaltflächen sehr uneben sein können.

In einem Probestück kommen teils zwischen und teils in den Kalkspatindividuen unregelmässige Streifen oder Flecke von ziegelrother Farbe vor, die aus rotpigmentiertem Ortoklas (oder Mikroklin), Quarz und Epidot bestehen. Das gegenseitige Verhältnis dieser Mineralien ist im Ganzen dasselbe wie in der unten beschriebenen lamellärstruirten Ausbildungsform der Breccie.

In einigen Partien der Nyängsbreccie hat der *Kalkspat* einen ausgesprochen *lamellären Habitus*, indem er bis decimetergrosse, parallele oder ein wenig divergierende Tafeln nach Basis bildet. Die Dicke auch recht grosser Tafeln erreicht oft nur einen kleinen Bruchteil von einem Millimeter, kann aber in anderen Partien der Breccie mehrere Millimeter sein. In der Lage der Lamellen zu den von ihnen verkitteten Gesteinsbruchstücken habe ich keine Regelmässigkeit gefunden. Sie erfüllen zu Gruppen oder Bündeln vereinigt in verschiedenen Richtungen die Zwischenräume der Bruchstücke, an welche sie unter beliebigen Winkeln stossen. In einigen Fällen kann jedoch beobachtet werden, dass sie mit Vorliebe parallel den Flächen der Bruchstücke gelagert sind, besonders da, wo diese selbst eine ebenflächige Begrenzung zeigen.

Die *Zwischenräume* der Kalkspat Tafeln sind mit *Quarz*, *Epidot* und *Feldspat* gefüllt, welche Mineralien folglich ebenfalls — entweder jedes für sich oder zusammen — Platten aufbauen. Diese können dicker oder dünner als die sie begrenzenden Kalkspatlamellen sein. Nicht selten enden mehrere von diesen etwa gleichzeitig, oder werden von den genannten Mineralien verdrängt, so dass Partien der Breccienfüllung aus einem feinkörnigen Gemisch von diesen Mineralien ohne Einmischung von Kalkspat bestehen können (Vgl. Fig. 2, unten).

Eine merkwürdige Erscheinung ist es, dass diese lamellärstruierte Zwischenmasse oft starke *Faltungen der Lamellen* aufweist, was besonders in dem Geschiebe vom Geflebusen und in einem Stücke von der Nyängsgrube zu sehen ist. Auch bei starken Biegungen, welche wirkliche Falten bilden, haben die Kalkspatlamellen ihre kristallographische Einheitlichkeit nicht eingebüsst. Im Querbruch kann man sehen, wie die spiegelnden Spaltflächen kontinuierlich oder mit nur unbedeutenden Knickungen ihre Lage mit den Biegungen der Lamellen verändern. Bei all zu starken Pressungen zeigt sich jedoch der Kalkspat zerbröckelt. Jede Kalkspatlamelle hat eine in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässige Dicke, was ja auch natürlich ist, da sie durch die Basisflächen bestimmt ist. Die zwischenliegenden Mineralplatten können dagegen keilförmige Querschnitte zeigen, wie sehr deutlich an der Fig. 1 zu sehen ist. (Vgl. auch Fig. 3). Eine Folge davon ist, dass in einem System von Lamellen (wie Fig. 1) die Kalkspat Tafeln

eine nicht völlig parallele Anordnung unter sich haben, sondern etwas divergieren können, bezw. fächerförmige Bündel bilden. Es ist deshalb oft nicht ganz richtig, wie ich in meinem ersten Aufsatz über Mineralverwachsungen getan habe, diese Bündel als einheitliche Kalkspatindividuen zu betrachten, in welchen die anderen Mineralien schichtenweise eingelagert sind. Die radiirende Lage der eingeschalteten Mineralplatten veranlasste mich, wegen dieses Vorübersehens, bei dem dort beschriebenen Falle eine bestimmte kristallographische Orientierung dieser in dem Kalkspat zu verneinen, eine Meinung, die ich hier berichtigen will. *Die fremden Minerale sind bei dieser lamellären Struktur immer nach der Basis des Kalkspats eingelagert.* Ob man die verschiedenen Kalkspatlamellen als ebenso viele selbständige Individuen oder als ein einziges Individuum mit basalen Absonderungsflächen betrachten will, kann gewissermassen gleichgültig sein. Die erstere Betrachtungsweise konnte durch die oft nicht parallele Lage der Lamellen gestützt werden; die andere konnte dagegen sich darauf gründen, dass die Lamellen jedoch, wie aus den Lagen ihrer Spaltflächen leicht konstatiert werden kann, gewöhnlich dieselbe Orientierung ihrer Axensysteme haben, wenn man nur von den meistens kleinen Abweichungen absieht, welche die eingelagerten Mineralplatten wegen ihrer Keilform verursacht haben. Man könnte in diesem Fall die Ab-



Fig. 2. Querschnitt durch eine lamellärstruierte Partie der Nyängsbreccie. Die dunklen Linien markieren die durch Salzsäure ausgelösten Kalkspatlamellen. Unten eine Partie von körnigem Quarz mit einem Drusenraum (links oben). Beinahe nat. Grösse. O. TENOW foto.

weichung als sekundär auffassen, also als eine Auseinanderdrückung nach den basalen Absonderungsflächen des Kalkspats, welche entweder durch das Anwachsen der anderen Mineralien verursacht wäre, oder auch ihre Ursache in tektonischen Pressungen auf den Kalkspaten haben könnte. Die Dünne der Lamellen, welche, wie schon gesagt, oft nur kleine Bruchteile eines Millimeters erreicht, macht es jedoch nicht wahrscheinlich, dass jene Art von mechanischer Einwirkung immer die Ursache des Ausweichens sein kann; die Lamellen würden dann kaum eine vollständige Zersplitterung entkommen haben. Besonders dürfte man dann erwarten, dass die Lamellen nach ihren romboedrischen Spaltflächen zertrümmert worden seien; merkwürdigerweise findet man aber kaum eine Tendenz der anderen Mineralien sich nach den Spaltflächen des Kalkspats zu lagern. Auch in solchen Partien der Breccie, wo der Kalkspat als mehr isometrische Individuen ohne basalen Absonderungsflächen ausgebildet ist, findet man nicht, dass diese Mineralien die Spaltflächen bevorzugen, sondern sie liegen dann ganz unregelmässig zwischen den Kalkspatindividuen aufgehäuft vor (Vgl. S. 216). Aus diesen Gründen kommt man eher zu der Auffassung, dass die anderen Mineralien mit Vorliebe auf den Basisflächen des Kalkspats, welche zugleich Absonderungsflächen gewesen sind, auskristallisiert haben und dabei die Kalkspatlamellen aus einander geschoben haben. Es mag jedoch bemerkt werden, dass in vielen Fällen benachbarte parallele Kalkspatlamellen schon im voraus durch leere Zwischenräume getrennt gewesen sind, was besonders dann deutlich zu sehen ist, wenn die Quarzkristalle von zwei entgegengesetzten Basisflächen angeschossen haben und mit freien Kristallflächen in den noch nicht vollständig ausgefüllten medianen Drusenräumen hineinragen. Auch ein anderes Verhältnis deutet darauf hin. Es ist nämlich nicht gerade selten, dass zwischen zwei parallelen Lamellen andere schief oder quer gestellte, selbständige Lamellen vorkommen, welche sich gegenüber den die Zwischenräume ausfüllenden Mineralien ganz wie jene Lamellen verhalten. Es wird nicht selten in den Dünnschliffen beobachtet, wie solche schief oder quergestellte Lamellen die anderen durchqueren oder von ihnen abgeschnitten werden und dann auf der anderen Seite mit unveränderter Richtung fortsetzen. Diese Durchwachungen sind nicht Zwillingbildungen, sondern gehen in beliebigen Richtungen. Es ist offenbar, dass es sich in diesen Fällen nicht um ein sekundäres Ausweichen der mit einander parallelen Lamellen handelt, sondern dass man mit einer primären Struktur zu tun hat, in welcher die einander kreuzenden Lamellen ursprünglich ein Kristallgerüst bildeten, dessen Zwischenräume später durch die anderen Mineralien ausgefüllt wurden.

#### Mikroskopische Beschreibung.

Der unten abgebildete Dünnschliff (Fig. 3) stellt ein typisches Aussehen der parallel-lamellären Verwachsung dar. Die verschiedenen Kalkspatlamellen sind hier nur sehr wenig aus ihrer parallelen Orientierung gebracht, weil die eingeschalteten Mineralplatten fast planparallel sind.

Nur zwei derselben zeigen eine, wenn auch wenig ausgesprochene Keilform. Hier bestehen die Platten überwiegend aus rot pigmentiertem Feldspat, welcher grössere oder kleinere Körner bildet. Der Feldspat hat bei gekreuzten Nicols ein pertitartiges Aussehen; da indessen keine Unterschiede des Brechungsexponents zu entdecken sind, kann es nicht Pertit sein. Am ehesten liegt ein nicht gitterstruierter Mikroklin vor, was jedoch wegen der starken Pigmentierung nicht mit Sicherheit sich entscheiden lässt. Ausser Feldspat kommen vereinzelte Epidot- und Quarzkörner vor. In der breiten Platte (rechts) ist auch eine Partie von Kalkspat zu sehen, welche von demselben Aussehen wie in den Kalkspatlamellen ist, aber zu diesen keine Orientierung hat. In anderen Dünnschliffen spielt der Kalkspat eine grössere Rolle als Bestandteil der Platten, gewöhnlich kommt er aber in diesen nicht vor.

In Fig. 4 ist eine endende Kalkspatlamelle abgebildet, an welcher stengliger Quarz angewachsen ist. Von den Basisflächen des Kalkspats gehen die Quarzstengel senkrecht oder annähernd senkrecht aus und gehen mit Stengeln zusammen, welche von den benachbarten (ausser des Gesichtfeldes) liegenden parallelen Lamellen ausstrahlen. Von der Fläche, die das Ende der abgebildeten Lamelle darstellt, strahlen grössere Quarzstengel radiierend aus und stossen mit ihren z. T. freien Romboederflächen gegen den im oberen Teil der Figur erscheinenden Feldspat. Diese

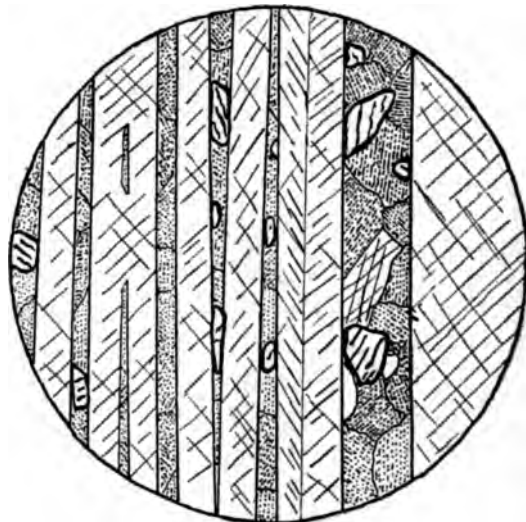


Fig. 3. Lamellärer Kalkspat mit nach der Basis eingeschalteten Platten von Feldspat nebst etwas Epidot und Quarz. Nyängsgrube, Gestrikland. Vergrösserung etwa 10 : 1.

radiierende Quarzstengel sind in ihren Spitzen klar durchsichtig, im inneren dagegen durch Interpositionen etwas trüb. Bei Umdrehung des Präparats unter gekreuzten Nicols wandert der Interferenzbalken fast kontinuierlich von dem einen Quarzstengel in den anderen hinüber, was darauf deutet, dass die Stengel selbst aus etwas radiierenden Fasern zusammengesetzt sind. Diese radialfaserige Struktur ist in den Quarzstengeln immer mehr oder minder deutlich zu sehen.

Der intersertal auftretende Feldspat hat dasselbe Aussehen wie in der oben beschriebenen Fig. 3 und ist als unregelmässig begrenzte Felder ausgebildet. In einigen Partien zeigt dieser Feldspat auch Andeutungen zu radialfaseriger Struktur. Die starke, durch ein rotes Pigment bewirkte Trübung macht indessen nähere optische Beobachtungen über diesen

Feldspat unmöglich. In den beiden hier beschriebenen Figuren sind die Platten zwischen den Kalkspatlamellen entweder von hauptsächlich Feldspat oder von Quarz zusammengesetzt. In anderen Fällen können sich diese beiden Minerale in etwa gleicher Menge an dem Aufbau der Platten beteiligen. Wenn diese grössere Dicke bekommen, wird ihr Bau in der Weise zonal, dass die Feldspatkörner hauptsächlich eine an der Kalkspatlamelle anliegende Zone bilden, an welcher der Quarz als mehr oder minder langgestreckte Stengel angewachsen ist. In dünnen Platten haben beide Mineralien überwiegend eine isometrisch körnige Ausbildung und sind mosaikartig unter einander gemengt. Bemerkenswert ist, dass, wenn Feldspatkörner unmittelbar die Kalkspatlamelle begrenzen, diese oft wie angefressen ist, so dass jene in den Kalkspat hineinragen. Bei sehr dünnen Kalkspatlamellen kann in dieser Weise der Kalkspat vollständig oder fast

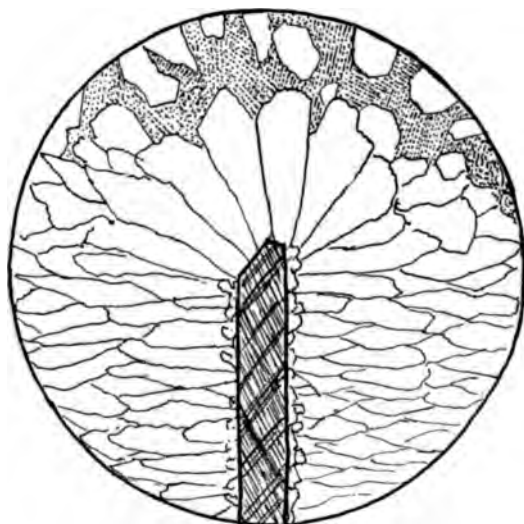


Fig. 4. Kalkspatlamelle mit angewachsenem stengligen Quarz; oben Feldspat. Nyång-grube.  
Vergrößerung 20 : 1.

vollständig durch Feldspat verdrängt werden, so dass man den Eindruck bekommt, dass eine Pseudomorfosierung stattgefunden hat. Wenn Epidot anwesend ist, kann er fast allein die Platten bilden, oder nur unregelmässige, vereinzelte Körner, wie der Quarz und der Feldspat bilden (Vgl. Fig. 3), oder er füllt die Zwischenräume der in diesen hineinragenden Quarzstengel aus; oder er bildet eine unterste Lage von sehr kleinen Körnern, welche die Kalkspatlamelle von dem Quarz und dem Feldspat trennen. In diesem Falle haben die Epidotkörner in den Kalkspat hin-

eingewachsen und können ihn in derselben Weise wie der Feldspat vollständig verdrängen. Die sehr dünnen Kalkspatlamellen werden dadurch oft, und besonders wo sie Faltungen mitgemacht haben, durch körnigen Epidot vertreten, von welchem dann die Quarzstengel in derselben Weise wie anderswo vom Kalkspat ausstrahlen (Vgl. Fig. 5).

Es mag hier noch bemerkt werden, dass auch kleine Quarzkörner, ebenso wie der Feldspat und der Epidot, den Kalkspat verdrängen können, und dass solche Quarzkörner nicht selten eine mehr oder minder unregelmässige mosaikartige Schicht zwischen der Kalkspatlamelle und den von dieser ausstrahlenden Quarzstengeln bilden können (Vgl. Fig. 4). Sie haben doch nicht eine so grosse Tendenz wie der Epidot und der Feldspat in den Kalkspat hinein zu wachsen, sondern die Lamelle ist gewöhnlich,

wie in dem Fig. 4 abgebildeten Falle, ganz unangegriffen. Ausser den schon beschriebenen Mineralien ist noch auch Kalkspat in der Ausfüllung der Räume zwischen den Lamellen beteiligt; er bildet dann meistens grössere intersertale einheitliche Partien, in welchen die anderen Mineralien mit freien Kristallflächen hineinragen, und ist als das letzte Ausfüllungsprodukt der von diesen begrenzten Drusenräume anzusehen. In den dünneren, körnig struierten Platten hat der Kalkspat jedoch mehr eine mit den anderen Mineralkörnern übereinstimmende Begrenzung, so dass jene nicht gegenüber ihm idiomorph erscheinen (Vgl. Fig. 3, die breite Platte rechts).

Im allgemeinen ist, wie aus obiger Beschreibung und dazu gehörigen Abbildungen hervorgeht, die *Kristallisationsfolge: lamellärer Kalkspat, Quarz, Feldspat, Epidot, gewöhnlicher Kalkspat*.

Der oft den Kalkspatlamellen anliegende oder dieselben verdrängende Epidot, und ebenso der Feldspat, ist in Übereinstimmung mit dieser Kristallisationsfolge jünger als die Quarzstengel. Jünger als diese ist wohl auch der oben erwähnte Saum von feinkörnigem Quarz in den Fälen, wo er in den Kalkspat hineindrängt. Ausnahmsweise kommt in den feldspatreichsten Partien dieser Verwachsungen noch



*Chlorit* vor. Er ist etwa gleichzeitig mit dem Epidot auskristallisiert. Beide sind in einigen Fällen zu

ihrer Begrenzung von dem sekundären Kalkspat bestimmt, dessen Kristallisationsdauer also in dem des Epidots und Chlorits hineingreift.

Als ein Strukturbild der gefalteten und zerbröckelten Partien der lamellärstruierten Breccie kann die beistehende Fig. 5 dienen. Im oberen Tiel des Dünnschliffes sieht man eine knieförmig gebogene Kalkspatlamelle mit quergestellten Quarzstengeln. In der starken Umbiegung zeigt die Lamelle bei gekreuzten Nicols zwar eine durch Knickungen hervorgerufene beginnende Feldereinteilung, hat aber ihre Einheitlichkeit noch nicht verloren. Kleine Epidotkörner haben sich in der Umbiegung entwickelt, eine sehr gewöhnliche Erscheinung, welche bei star-

Fig. 5. Gefaltete und zerbröckelte Kalkspatlamellen mit quergestellten Quarzstengeln. In den zerbröckelten Partien mosaikartiger Quarz, grössere Körner von Epidot und sekundärem Kalkspat. Geschiebe, Geflebusen. Vergrösserung 20:1.



keren Störungen oft zu einer vollständigen Verdrängung des Kalkspats leitet. An dem oberen Rand dieser Lamelle sieht man übrigens auch den oben beschriebenen Saum von kleinen Quarzkörnern. Unten in der Figur (rechts) sind zwei schwach gebogene Kalkspatlamellen mit zwischengelagertem mosaikartigen Quarz. In der oberen von diesen Lamellen (links) ragen einige Quarzstengel hinein, eine nur hier beobachtete Erscheinung. Wenn der Quarz in die Lamellen hineindrängt, ist es in der Regel, wie oben hervorgehoben, die feinkörnige Ausbildungsform desselben.

Die Mittelzone des Dünnschliffes zwischen den schon beschriebenen Lamellen scheint eine zerbröckelte, durch mosaikartigen Quarz, Epidot und Kalkspat (die grosse Partie in der Mitte des Gesichtsfeldes) verkittete Bildung zu sein. In dieser liegen einige sehr dünne, grösstenteils durch winzige Epidotkörner (und etwas Quarz) pseudomorphosierte Lamellenfragmente mit in gewöhnlicher Weise angewachsenen Quarzstengeln. Unten (links) ist eine grössere einheitliche Partie von Epidot mit ganz umschlossenen scharfidiomorphen Quarzkristallen.

#### Vergleich mit anderen lamellären Verwachsungen.

*Kalkspat—Prehnitverwachsungen, Gråfläsjan.* Unter den in meiner oben citierten Arbeit beschriebenen Mineralverwachsungen sind einige lamellär struiert. Die grösste strukturelle Übereinstimmung mit den Vorkommen von der Nyängsgrube und dem Geflebusen zeigt die l. c. S. 449 erwähnte Verwachsung von Gråfläsjan, Rödön. In der als Spaltenausfüllung zwischen einem Gangporphyr und seinem Nebengestein auftretenden, von Kalkspat verkitteten Friktionsbreccie hat der Kalkspat eine blättrige oder nach der Basis lamelläre Ausbildung. Die Zwischenräume der oft gruppenweise parallelen Lamellen sind hauptsächlich mit Prehnit ausgefüllt, so dass dieses Mineral hier dieselbe Rolle spielt wie Quarz, Feldspat und Epidot in den oben beschriebenen Verwachsungen. Neben dem Prehnit kann auch Quarz in geringer Menge vorhanden sein. Sekundärer Kalkspat (als Drusenausfüllung) kommt auch hier vor; in demselben ragen die primären Kalkspatlamellen, der Prehnit und der Quarz mit idiomorpher Begrenzung hinein. An ein Paar Stellen ist ausserdem zu sehen, wie auch der Quarz sekundär vorkommt, indem er die letzte Ausfüllung in Drusenräumen bildet, wenn diese nicht vollständig von dem sekundären Kalkspat aufgenommen worden sind. Der Kalkspat zeigt in diesem Falle freie Ausbildung gegenüber dem Quarz. Die *Kristallisationsfolge* ist hier: *blättriger Kalkspat, Prehnit, Quarz, gewöhnlicher Kalkspat, Quarz.*

In diesem Vorkommen machen die Kalkspatlamellen nie den Eindruck durch Auseinanderweichen oder Zerdrücken von grösseren Individuen nach ihrer basalen Absonderungsflächen entstanden zu sein, sondern jede Lamelle tritt als ein mehr selbständiges Individuum auf auch dann, wenn sie mehrere in paralleler Orientierung vorhanden sind. Gewöhnlicher als der Parallelismus ist hier, dass die Lamellen in verschiedenen Richtungen

an einander stossen oder einander durchkreuzen. Als Folge davon ist auch die lamelläre Einschaltung des Prehnits nicht so ausgesprochen und charakteristisch für diese Verwachsung, wie die des Quarzes, des Feldspats und des Epidots in den vorher beschriebenen Vorkommen.

*Quarzlamellen in Kalkspat, Ornö.* Diese Verwachsung, welche in der Fig. 1 oben abgebildet ist, zeigt insofern grosse Ähnlichkeit mit den hier beschriebenen von Nyäng und Geflebusen, dass Systeme von Quarzplatten nach der Basis des Kalkspats eingelagert sind; es kommt aber hier eine Erscheinung dazu, welche keine Analogie mit jenen hat. Es sind nämlich wie aus der Fig. 6 hervorgeht, welche meiner früheren Arbeit entnommen ist, hier idiomorphe Körner von farblosem Pyroxen, vereinzelte rundliche Körner von Titanit und unregelmässige Graphitpartien in der Verwachsung zerstreut. Diese sind ganz unabhängig von den Kalkspatlamellen und Quarzplatten ziemlich gleichmässig verteilt. Noch eine Eigentümlichkeit, die ich in meiner ersten Beschreibung nicht erwähnt habe, zeigt sich in einigen Partien dieser Verwachsung, indem die Quarzplatten

und Kalkspatlamellen durch grosse Felder von farblosem Pyroxen verdrängt oder ersetzt werden können. Dieser Pyroxen ist von demselben Aussehen wie die oben beschriebenen Körner, vermisst aber selbständige Begrenzung. Hin und wieder sieht man in ihm Andeutungen zur Radialstruktur oder büschelartigen Bildungen; meistens bildet aber dieser Pyroxen grosse einheitliche Felder. In diesen liegen die idiomorphen Pyroxenkristalle, die Titanitkörner und der Graphit

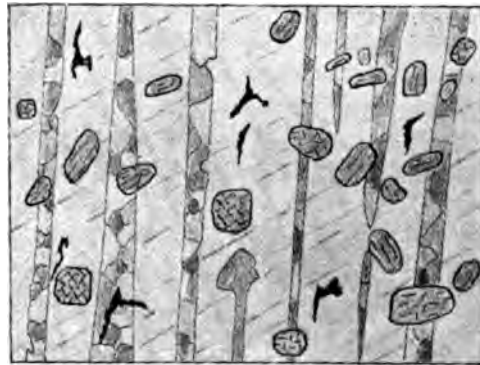


Fig. 6. Quarzlamellen in Kalkspat. Körner von Pyroxen, Titanit und Graphit. Ornö. (Zehnfache Vergrösserung.)

poikilitisch eingewachsen und mit derselben Ausbildung und Frequenz, welche ihnen in der lamellären Quarz-Kalkspatverwachsung zukommt.

Es liegt am nächsten, wenn man diese Einwachsung nach gewöhnlicher Betrachtungsweise über Kristallisationsfolge deuten will, die Pyroxenkristalle, die Titanit- und Graphitkörner als älteste Ausscheidungen aufzufassen. Schwererklärlich wird dann allerdings ihre Verteilung und ihr Verhältnis zu der lamellären Verwachsung. Weil diese wohl langsam aus Lösungen herauskristallisiert sein muss, konnte man erwarten, dass die früher ausgeschiedenen Mineralien nicht ihre gleichmässige Verteilung hätten erhalten können. Dem sei indessen wie es wolle; eine andere Deutung stösst auf nicht geringere Schwierigkeiten. Ich muss fortwährend, wie in meiner ersten Beschreibung, auf einer Erklärung dieser Struktur verzichten.

*Kalkspatverwachsungen in dem Nephelinsyenit von Alnö.* Ich habe teils in meiner Monographie über Alnö (Geol. Fören, Förhändl. Bd 17)

teils in der oben mehrmals citierten Arbeit über Mineralverwachsungen einige Verwachsungen beschrieben, welche ein gewisse Analogie mit den hier abgehandelten zeigen. In den pegmatitischen und oft mit schöner Implikationsstruktur kristallisierten Kalkpartien innerhalb des Nephelinsyenits kommen manchmal die für dieses Gestein charakteristischen Mineralien Ägirin und Ägirinaugit, Nephelin, Feldspat, Magnetit, Biotit, Apatit und auch Körner von Kalkspat in ziemlich regelmässigen Abständen nach der Basis grösserer Kalkspatindividuen eingeschaltet, so dass eine lamelläre Struktur entsteht, welche morphologisch Ähnlichkeit mit den oben beschriebenen Verwachsungen zeigt. Zu den in obigen Arbeiten ein-

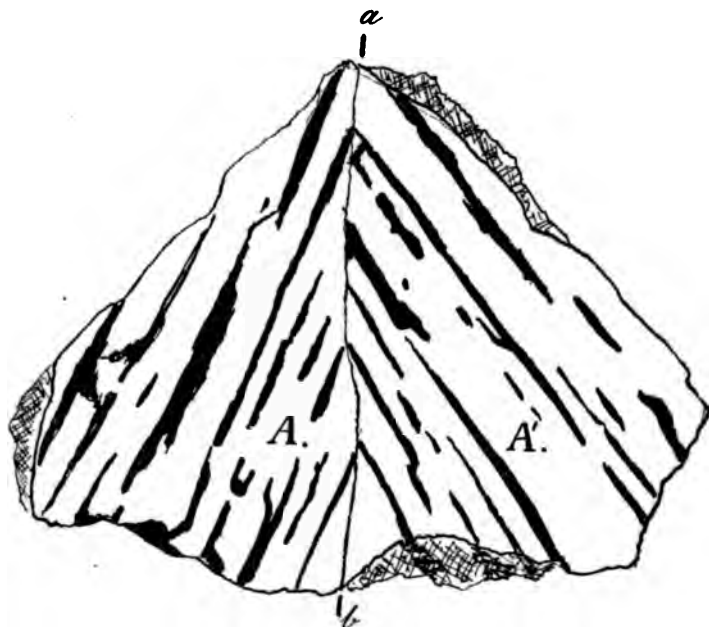


Fig. 7. Kalkspatzwilling nach  $-\frac{1}{2}R$ . Die Zwillingslinie  $a-b$  ist zugleich Kante zwischen den Flächen  $A$  und  $A'$ . Nach  $oR$  eingelagerte Augit etc. Natürl. Grösse.

genommenen Abbildungen dieser Struktur, auf welche hingewiesen wird, füge ich hier eine neue Figur, wo diese Verwachsung in schöner Weise zu sehen ist. Das abgebildete Stück stellt eine Zwillingsbildung dar. Die mit  $A$  und  $A'$  bezeichneten Flächen gehören zwei Kalkspatindividuen, welche in Zwillingsstellung nach  $-\frac{1}{2}R$  stehen. Die Zwillingslinie  $a-b$  ist, zugleich Kante zwischen den beiden Flächen  $A$  und  $A'$ . Diese stossen an einander unter einem stumpferen Winkel als die Romboeder- oder Spaltflächen, mit welchen sie nur annähernd parallel sind. Beim Anschleifen konnten die Schliffflächen, wegen Gefahr das Stück zu beschädigen, nicht parallel mit den Romboederflächen gelegt werden. Die mit Schwarz bezeichneten, nach der Basis des Kalkspats eingelagerten Platten bestehen aus Ägirinaugit als Hauptgemengteil, Apatit, Nephelin und Magnetit als

mehr zurücktretende Konstituenten. Die Ausbildung der Mineralien ist dieselbe wie in meinen früher beschriebenen Verwachsungen dieser Art von Alnö.

Wie in den oben citierten Arbeiten gezeigt, sind diese Bildungen magmatisch, und man kann sich die Kristallisation des Kalkspatindividuums mit seinen eingelagerten Mineralien nicht als eine allmähliche, sondern nur als eine für den ganzen Kalkspat gleichzeitige Erscheinung vorstellen. In dieser Hinsicht scheint eine wesentliche Verschiedenheit gegenüber den oben beschriebenen lamellären Verwachsungen vorhanden zu sein. Eine andere Verschiedenheit ist die unzweifelhafte Zugehörigkeit der parallelen Kalkspatlamellen zu *einem* Kristallindividuum in dem Kalkpegmatit von Alnö, während in den hier beschriebenen lamellären Verwachsungen es sich meistens um separate lamelläre Kalkspatkristalle handelt, welche jedoch oft parallel orientiert sind. Eine Übereinstimmung kann dagegen darin gefunden werden, dass der Kalkpegmatit von Alnö, ebenso wie die anderen Verwachsungen, an einer Breccienbildung gebunden ist. Es ist auf Alnö jedoch nicht eine sekundäre Druck- oder Verwerfungsbreccie, sondern eine primäre, magmatische Breccie, in welcher dieser Kalkpegmatit und eine normalkörnige Varietät des umgebenden Nephelinsyenits sich beteiligen. An dem Kontakt ist in einigen Fällen zu sehen, wie grosse, nach der Basis entwickelte Kalkspatplatten in dem angrenzenden körnigen Syenit hineinragen, eine Erscheinung, die ich in meiner Arbeit über Alnö (l. c. S. 141) abgebildet habe. Sehr merkwürdig ist nun, dass ein ähnliches Hineinragen der Kalkspatlamellen in den angrenzenden Gesteinsfragmenten der Druckbreccien auch beobachtet werden kann. HOLMQVIST hat in seiner Monographie über die Rödögesteine (Sveriges Geol. Undersökn. Ser C, N:o 181, S. 95), in welcher er mehrere Beispiele der Verwachsungen vom Typus Gråfläsjan anführt, dieses Verhältnis erwähnt, in dem er sagt, dass vereinzelte Kalkspatplatten in dem angrenzenden Porphyrit hineinragen. Wenn es bei dem Alnövorkommen, wo der Syenit und der Kalkpegmatit ziemlich gleichzeitig verfestigt worden sein müssen, vergleichsmässig leicht sich tun lässt diese Erscheinung zu erklären, so ist es dagegen bei den Rödöbreccien, welche erst nach der Verfestigung der Gesteine entstanden sind, sehr rätselhaft, dass die Kalkspate des Bindemittels in den Porphyren hineinragen, dies um so mehr, als die Porphyre so frisch aussehen, dass man nicht zu der Annahme einer — übrigens an und für sich nicht sehr wahrscheinlichen — Verdrängung der Porphyrschubstanz durch Kalkspat geneigt sein kann.

Unter anderen mir bekannten lamellären Verwachsungen mögen noch hier zwei pegmatitische Bildungen erwähnt werden, welche freilich nicht Kalkspat enthalten, jedoch aber einige Verwandtschaft mit den oben beschriebenen Verwachsungen von Alnö zeigen.

Die eine ist eine Verwachsung zwischen *Quarz und Mikroklin von Hitterö*, welche als eine eigenartige Ausbildung der normalen Schriftstruktur

anzusehen ist. In meinem mehrmals oben citierten Aufsatz über Mineralverwachsungen (S. 434 u. f.) habe ich dieses Vorkommen ausführlich beschrieben. Ich kann mich hier darauf beschränken, die Verwachsung als eine Einschaltung



Fig. 8. Quarz-Feldspatverwachsung. Hitterö. Schnitt parallel der Fläche M des Feldspats. Mikroklin gran, Albitschwarz, Quarz hell. Vergrößerung 4 : 1.

von parallelen Quarzlamellen nach der Fläche (801) des Feldspats zu bezeichnen, wobei die Quarzlamellen in ziemlich gleichmässigen Abständen und mit einer Dicke von ein Paar Millimeter in gleicher Orientierung den Feldspat durchziehen. Die Vertikalachse des Quarzes steht senkrecht gegen die Verwachsungsfläche. Ich habe diese sehr schöne Verwachsung als eine eutektische Struktur gedeutet, welche sich unter Entmischung eines übersättigten Quarz-Feldspat-Magmas durch momentane Verfestigung gebildet habe.

Die andere Verwachsung gehört dem bekannten *Pegmatite von Ytterby* und ist von einem mehr komplizierten Bau. Der chloritisierte Glimmer, an welchem die seltenen Mineralien Gadolinit, Fergusonit, Yttrotantalit u. A. hier gebunden sind, bildet gewöhnlich grosse subparallele oder fächerförmig radiierende Platten

in einem sehr grobkristallinen Quarz oder Feldspat. Oft tritt dieser Glimmer aber in orientierter Verwachsung mit den Feldspaten (Ortoklas,

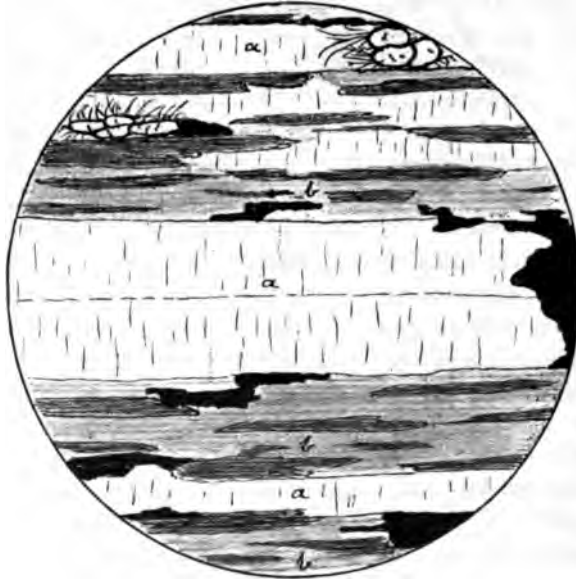


Fig. 9. Eutektische Verwachsung zwischen Ortoklas (weiss), Plagicklas (grau), Biotit (grau, gestrikt) und Kiese (schwarz). Oben einige Körner von Euxenit. Vergr. 10 : 1.

Mikroclin, Oligoklas) in der Weise auf, dass Platten von relativ reinem Feldspat mit gleichorientierten Platten alternieren, welche von Feldspat mit Streifen von Glimmer, Kiese und den seltenen Mineralien zusammengesetzt sind. Ausserdem kann der Feldspat schriftgranitisch von Quarz durchwachsen sein. Als ein Beispiel dieser verwickelten Verwachungsstruktur kann die Figur 9 dienen. Nicht selten sind diese Komplexe sehr schön gefaltet, wobei in den stärkeren Umbiegungen eine Neubildung von Mikroclin vorkommen kann. Dieser hat dann keine bestimmte Orientierung zu den primären Feldspaten, welche ihre Orientierung zu dem Glimmer in den Umbiegungen erhalten haben. In den am meisten gefalteten Partien sind sowohl die Glimmerlamellen wie die Feldspate zerbrochen, die Quetschung ist jedoch nicht so weit gegangen, wie man erwarten konnte. Man bekommt eher den Eindruck, dass die Faltung sich in einem recht plastischen Material abgespielt habe. Die Erscheinung erinnert sehr an die Faltungen der oben beschriebenen Kalkspatverwachungen.

Die hier zuletzt beschriebenen eutektischen Pegmatitstrukturen und die vorher abgehandelten lamellären Verwachungen scheinen wohl weder in genetischer noch in morphologischer Hinsicht vergleichbar zu sein. Durch die Kalkspatverwachungen von Alnö, welche magmatisch gebildet sind und einerseits eutektische Implikationsstrukturen, andererseits lamelläre Verwachungen von denselben Bau als z. B. die Nyängsbreccie zeigen, werden jedoch die beiden Kategorien gewissermassen durch Übergänge mit einander verbunden. Bemerkenswert ist auch, dass die zugleich lamelläre und poikilitische Verwachsung von Ornö auf Bildungsbedingungen hindeutet, welche mit den magmatischen übereinstimmend zu sein scheinen. Die hier angedeuteten Analogien sind indessen bei weitem nicht hinreichend eine Theorie für die Bildung der hier beschriebenen lamellären Verwachungen zu begründen. Diese können bis jetzt fast nur als Kuriosa registriert werden. Vielleicht werden sie jedoch, wenn ein reichhaltigeres Material in der Zukunft bekannt worden ist, wichtige Aufschlüsse über manche hydatogene Mineralbildungsprozesse geben, ebensowie die eutektischen Verwachungen es schon für die magmatische Mineralbildung gegeben haben. Von allen theoretischen Spekulationen abgesehen geht aus den hier beschriebenen Kalkspatverwachungen hervor, dass dem Kalkspat unter sehr verschiedenen Bedingungen eine ausgesprochene Tendenz zur dünntafeligen oder lamellären Ausbildung zukommt. Diese Tendenz zeigt sich in dem kalkreichen Nephelinsyenitmagma von Alnö, in den Ausfüllungen von Verwerfungsspalten (Nyäng, Iggö, Gråfläsjan) und in den Gesteinsfaltungen von Ornö. Auch in den Blasenräumen mancher Eruptivgesteine ist der Kalkspat oft dünntafelig und bildet ein Gerüst, dessen Zwischenräume durch andere Mineralien erfüllt worden sind. Beispiele dieser Art werden eben von Gråfläsjan, wo die oben erwähnte lamelläre Breccie vorkommt, von HOLMQUIST beschrieben (l. c. S. 71). In Kalkspatgängen von

Oaxen (Södermanland) und von Kongsberg habe ich auch sehr schönen Kalkspat gesehen, welcher als grosse parallelorientierte Tafeln oder Lamellen entwickelt ist. An der Basis dieser Lamellen ist inzwischen körniger Kalkspat angewachsen; es entsteht in dieser Weise eine lamelläre Verwachsung, welche in der Weise mit den oben beschriebenen vergleichbar ist, dass die in diesen vorkommenden Mineralien Quarz, Feldspat, Epidot u. s. w. hier durch körnigen Kalkspat vertreten sind. In den Spilitmandeln auf Gråfläsjan ist nach HOLMQUIST auch eine ähnliche Erscheinung zu sehen, indem die Kalkspattafeln dort mit kleinen Romboedern von Kalkspat besetzt sind (l. c. S. 71 u. Tafl. VI Fig. 32).



## 8. Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden als Beweise für wärmeres Klima während der Quartärzeit.

Von

Richard Hägg.

### Einleitung.

Den nächsten Anlass zu diesem Aufsatz bot ein Fund von Landmollusken, den ich im Sommer 1894 bei Oviken in Jämtland machte. Ich fand dort lebend auf einer Wiese *Helix nemoralis* MÜLLER, *Helix hortensis* MÜLLER f. *ludoviciana* DRT. und *Helix hortensis* MÜLLER var. *marginalis* WESTERLUND.<sup>1</sup> Bedauerlicherweise unterliess ich es, Aufzeichnungen über den Fundort zu machen. Ich erinnere mich jedoch, dass er nicht in der Nähe menschlicher Wohnungen liegt, was als ein Grund gegen die Annahme anzuführen ist, dass die Mollusken von Menschen dorthin gebracht worden seien. Der Fundort ist von Interesse, weil er beträchtlich nördlich von der bisher bekannten Nordgrenze dieser Arten liegt. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Arten in den dazwischenliegenden Gegenden übersehen worden sind. Die Verbreitung der Binnenmollusken Schwedens ist nämlich sehr wohl bekannt, auch in Norrland, dank der Arbeit zahlreicher Forscher, vor allem C. A. WESTERLUND'S. Dieser hat zahlreiche Personen gehabt, die während einer langen Reihe von Jahren Material aus allen Teilen von Schweden eingesandt haben. Der hervorragende Molluskenkenner

---

<sup>1</sup> Im Zusammenhang mit dem Vorkommen dieser zwei Arten hier auf demselben Lokal sei erwähnt, dass WESTERLUND und G. LINDSTRÖM (1868) angeben, dass sie nicht in Gesellschaft von einander gefunden worden sind. KURCK (1901) giebt jedoch an, dass er sie zusammen teils lebend, teils fossil bei Benestad gefunden hat. Es ist wichtig, weil darüber gestritten wird, ob *Helix hybrida* POIR. Bastard dieser beiden Arten ist.



CLESSIN bemerkt auch, dass in keinem Lande in Europa die Molluskenfauna so wohlbekannt ist wie in Schweden. Es besagt das ziemlich viel, da die Verbreitung der Mollusken wegen der Leichtigkeit ihres Einsammelns und ihrer Aufbewahrung in Sammlungen bekannter ist als die der meisten anderen niedrigeren Tiere. Da bei einer Diskussion über diese Frage Zweifel daran geäußert wurden, dass die Molluskenfauna Norrlands wohlbekannt sei, so kann es von Wichtigkeit sein, die Personen, die Mollusken in Norrland eingesammelt haben, und die Provinzen, in denen die Sammlungen gemacht worden sind, anzuführen. Es sind dies: C. G. ANDERSSON (in Gästrikland und Medelpad), H. BOHEMAN (in Hälsingland und Lappland), E. COLLIANDER (in Gästrikland, Hälsingland und Jämtland), Verfasser (in Jämtland und Västerbotten), E. HEMBERG (in Västerbotten und Lappland), KEITEL (in Lappland), K. KJELLMARK (in Jämtland), LINNÉ (in Lappland und mehreren anderen Landschaften), W. LILJEBORG (in Jämtland), MALM (in Lappland), W. MEVES (in Jämtland), MÄKLIN (in Lappland), SVEN NILSSON, E. NORDENSKIÖLD (im grössten Teil von Norrland), NYSTRÖM (in Jämtland), P. OLSSON (in Jämtland), A. RETZIUS (in Jämtland), H. W. ROSENDAHL (in Lappland), C. G. SILFVERSVÄRD (in Norrbotten), F. SÖDERLUND (in Hälsingland und Härjedalen), HJ. THÉEL (in Gästrikland), C. F. VON WALLENBERG (in Västerbotten und Lappland) und C. A. WESTERLUND (im grössten Teil von Norrland). Dieser Liste sind sicherlich noch mehr hinzuzufügen. Es sind dies nur die, welche infolge von Angaben in der Literatur haben nachgewiesen werden können.

Da, wie wir weiter unten sehen werden, diese beiden von mir in Jämtland gefundenen *Helix*-Arten ausgesprochen südliche Formen sind, kam ich auf den Gedanken, dass sie als Relikte in dieser Provinz aus einer wärmeren Periode der postglazialen Zeit zu betrachten sind. In dieser meiner Ansicht wurde ich noch weiter bestärkt, als ich durch die Literatur Kenntnis davon erhielt, dass mehrere andere südliche Binnenmollusken isoliert nördlich von ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet, sowohl in Jämtland als auch in anderen Teilen von Schweden, vorkommen. Bezüglich einiger Arten ist eine ähnliche Ansicht von KURCK (1904) ausgesprochen worden.

Im Zusammenhang mit diesen relikten Mollusken ist es von Interesse zu erfahren, welche südlichen Arten von Land- und Süßwassermollusken in unseren quartären Ablagerungen in Gegenden beobachtet worden sind, die nördlich von dem jetzigen Verbreitungsgebiet der Arten liegen, und auf Grund dessen als ein wärmeres Klima angehend angesehen werden können. Bei einer Prüfung der hierhergehörigen Litteratur hat es sich gezeigt, dass mehrere solche Arten gefunden worden sind. Sowohl die relikten als die fossilen Mollusken liefern demnach einen Beweis für ein wärmeres Klima während der postglazialen Zeit. In der folgenden Darstellung werde ich zuerst die relikten und dann die fossilen Formen behandeln, sowie schliesslich einige allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen.

### Relikte Arten.

#### *Helix nemoralis* MÜLLER.

Die Art ist in Schweden lebend aus Schonen<sup>1</sup> (ziemlich gemein), Blekinge, Småland, Gotland, Wästergötland, Södermanland und Stockholm bekannt. Als relikt lebt sie wie vorher gesagt ist bei Oviken in Jämtland. In Norwegen findet sie sich nur an der Westküste bis Bergen (ESMARK 1886). In Finnland<sup>2</sup> ist sie nur in Helsingfors in Gärten angetroffen worden, soll aber nach LUTHER von Menschen dort eingeführt worden sein. Sie findet sich in Russland in Polen (WESTERLUND 1873), Livland (LINDSTRÖM 1868) und Südrussland (LINDSTRÖM 1868). Sie lebt in ganz Dänemark. Geht in Grossbritannien bis 56 n. Br. (JOHANSEN 1906), auch auf Irland (STELFAX). Sie findet sich in Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich, Spanien, Portugal, Norditalien bis zum Albanergebirge, Schweiz, Österreich, Ungarn, Illyrien und Serbien (alles nach WESTERLUND 1873).

Fossil in quartären Ablagerungen in Schweden ist die Art nur in Schonen gefunden worden. Dort ist sie in dem bekannten Kalktuff bei Benestad in Schichten aus der Eichenzone angetroffen worden (KURCK 1901), bei Mellby in Wiesenkalk und Tuff (KURCK 1904), bei Mossby in Tuff (NILSSON 1840) und im Hafen von Ystad auf dem Grunde eines submarinen Torfmoores in schwarzem Sande aus der Ancycluszeit und aus borealer Zeit (BRUZELIUS, WESTERLUND 1874).

Sie ist demnach frühestens aus borealer Zeit und aus der Ancycluszeit bekannt.

Aus der geographischen Verbreitung geht hervor, dass die Art eine ausgesprochen südliche Form ist. Das Gleiche zeigen auch die geologischen Vorkommen, deren Alter man kennt, nämlich der Kalktuff bei Benestad und das Vorkommen im Hafen von Ystad. Auch im letzteren hat man Reste von Eiche gefunden. Beide stammen aus einer Periode der postglazialen Zeit her, während welcher, wie man weiss, ein wärmeres Klima als jetzt geherrscht hat. Da nun diese südliche Form die Nordgrenze ihres zusammenhängenden Verbreitungsgebietes bei Stockholm hat, ausserdem aber lebend sich in Jämtland findet, so finde ich es sehr wahrscheinlich, dass sie als ein Relikt in letztgenannter Provinz zu betrachten ist. Sie hat sich dort offenbar aus der wärmeren Periode her erhalten, als ihr Verbreitungsgebiet noch zusammenhängend war. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Art in den dazwischenliegenden Gegenden übersehen worden ist. Die Verbreitung der Land- und Süsswassermollusken Schwedens ist nämlich, wie vorher gesagt ist, sehr wohl bekannt, auch in Norrland.

<sup>1</sup> Wenn kein Autor für einen Fundort genannt wird, ist die Angabe WESTERLUND'S Arbeit v. J. 1897 entnommen.

<sup>2</sup> Finnland wird in diesem Aufsatz in derselben Ausdehnung genommen, wie das LUTHER getan hat, d. h. der Teil von Russland, der westlich vom weissen Meer, vom Onega und Ladoga liegt, wird dazugerechnet.

Was *Helix nemoralis* betrifft, so ist es sehr unwahrscheinlich, dass diese übersehen worden sein sollte, da sie teils eine bedeutende Grösse, in die Augen fallende Farbenzeichnung hat und leicht von anderen nahestehenden Arten zu unterscheiden ist, teils an zugänglichen Lokalen, wie auf Wiesen und in Gärten, lebt.

Das Einzige, was dagegen spricht, dass die Art relict in Jämtland wäre, ist, dass sie nicht fossil in quartären Ablagerungen nördlich von Schonen gefunden worden ist. Man könnte hieraus den Schluss ziehen, dass sie in sehr später Zeit sich nach dem übrigen Schweden verbreitet hat, es bleibt dann aber unerklärlich, weshalb sie zwischen Stockholm und Jämtland fehlt.

### *Helix hortensis* MÜLLER.

Lebt in Schweden von Schonen bis Grangärde im südlichen Dalarne, und als relict bei Oviken in Jämtland. In Norwegen bis Trondhjem (ESMARK 1886), in Finnland bis Björneborg (LUTHER) und in ganz Dänemark. In Russland findet sie sich in den Ostseeprovinzen bis St. Petersburg und in Polen, Wolhynien und Podolien (LUTHER). Sie findet sich in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Ungarn, Österreich, Grossbritannien, Irland, Katalonien, den Pyrenäen, der Lombardei und Illyrien (WESTERLUND 1873). Ausserdem lebt sie auf dem südwestlichen Island (JOHANSEN 1906).

Fossil in quartären Ablagerungen in Schweden findet sie sich in Schonen bei Benestad in Kalktuff in der Kieferzone und Eichenzone (KURCK 1901), bei Eskatorp in Tuff und Humus oberhalb desselben (KURCK 1904), Kiviks-Esperöd in Torf (KURCK 1904), Mellby in Tuff (KURCK 1904), Sigridslund in Tuff, Torf und Wiesenkalk (KURCK 1904), Hvitaby in Wiesenkalk (KURCK 1904), Mossby in Tuff (S. NILSSON 1840), Alnarp in Littorinasand (NATHORST 1870) und im Hafen von Ystad in borealem schwarzem Sand auf dem Grunde des submarinen Torfmoores (BRUZELIUS).

Auf Gotland ist sie fossil bei Fröjel in borealem Torf gefunden worden (SERNANDER 1894), bei Stigstäde in borealem Humus mit Baumstrunken (SERNANDER 1894) und in Torfschlamm (LINDSTRÖM 1886) mit Eiche aus atlantischer Zeit (SERNANDER 1894), bei Öfvede in Ancyclusand (SERNANDER 1894) und bei Sandegård in borealem Humus (SERNANDER 1894).

In Wästergötland ist sie gefunden worden bei Skultorp in borealer Humusschicht (HULTH), atlantischem Tuff (HULTH), subborealer Humusschicht (SERNANDER 1902) und subatlantischem Tuff (HULTH) sowie bei Mariesjö (HULTH).

In Närke ist sie bei Berga in der oberen Humusschicht aus jüngerer als subatlantischer Zeit gefunden worden (KJELLMARK 1897) und in Uppland bei Håga in einem alten Grabe aus der Bronzezeit, also aus subborealer Zeit (ALMGREN).

Am frühesten ist sie demnach aus der Ancycluszeit und der Kieferzone gefunden worden.

Die Art ist also ihrer geographischen Verbreitung und dem geologischen Vorkommen nach eine südliche Form, wenn auch nicht in dem Grade wie die vorhergehende, da sie teils heute weiter nordwärts hinaufreicht (bis zum südlichen Dalarne und Trondhjem), teils sich schon in der Kieferzone bei Benestad findet. Auch diese Art ist als Relikt in Jämtland aus einer wärmeren Zeit zu betrachten. Ihre Grösse, Färbung, leichte Erkennbarkeit und Lebensweise widerstreiten der Annahme, dass man sie in den dazwischenliegenden Gegenden übersehen hätte. Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass *Helix hortensis*, die noch heute bei Trondhjem lebt, während der wärmeren Periode von dort aus durch einen Gebirgspass in das Storsjögebiet eingewandert und dann später in dem dazwischenliegenden Gebiet ausgestorben ist. Eine Übereinstimmung hiermit zeigen 2 Vögel, *Turdus torquatus* und *Linota flavirostris* (EKMAN), sowie 2 Pflanzen, *Ulmus montana* (ÖRTENDAL) und *Myricaria germanica* (G. ANDERSSON 1896). Von diesen kommt *Ulmus montana* als Relikt in Jämtland und im südlichen Lappland vor.<sup>1</sup>

Von den Formen von *Helix hortensis*, die ich in Jämtland fand, ist forma *ludoviciana* zuvor von Ronneby, Dänemark, dem südöstlichen Island (JOHANSEN 1906), Bayern und Frankreich (WESTERLUND 1890) bekannt und var. *marginella* nur von Kalmar und Mön.

#### *Limax maximus* LINNÉ.

Sie findet sich in Schweden im südlichen und mittleren Teil sowie als Relikt im Funäsdalen in Härjedalen. In Norwegen lebt sie im Norden bis Grötö in Nordland (ESMARK 1886), in Finnland im Norden bis Kivesvaara in Österbotten (Kalkgegend) und im Osten bis Petrosovodsk in Russisch Karelen (LUTHER), in ganz Dänemark, in Russland im Osten bis Moskau, im Norden bis Ingermanland (LUTHER). Im übrigen kommt sie in allen Ländern Europas sowie auf Madeira vor (WESTERLUND 1873). Durch Menschen eingeführt findet sie sich in den Vereinigten Staaten bei Brooklyn, Newport und Philadelphia (BINNEY). Die Art kann möglicherweise nach Härjedalen von Norwegen aus eingewandert sein, da sie sich dort bis hinauf nach Nordland findet. Sie ist nicht fossil in Schweden gefunden worden.

#### *Helix costata* MÜLLER.

Findet sich in Schweden von Schonen bis nach Medelpad (63° n. Br.) und als Relikt bei Täng in Jämtland (KJELLMARK 1904), in Südnorwegen bis nach Telemarken und Gudbrandsdalen, ausserdem in Nordland bei Sydherö (SPARRE-SCHNEIDER) und in Wästfinnmarken bei Trondenaes und Tromsö (ESMARK). In Finnland bis zum Kemiträsk. Sie ist gemein im

<sup>1</sup> Durch die genannten Pässe hat eine Wanderung auch in entgegengesetzter Richtung stattgefunden, denn die Fichte ist durch sie nach Norwegen gekommen.

südlichen Finnland, nimmt nach Norden zu ab und kommt dort wahrscheinlich nur in Kalkgegenden vor (LUTHER)<sup>1</sup>. In Dänemark ist sie gemein. In Russland kommt sie bis nach St. Petersburg vor (LUTHER), in Grossbritannien bis 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie lebt im ganzen mittleren und südlichen Europa, Algier, Kaukasien, auf den Azoren, Madeira, den Kanarischen Inseln, in Tibet (WESTERLUND 1873) und in Sibirien bis 66°30' n. Br., sowie im Amurlande (WESTERLUND 1887). Im nördlichen Nordamerika in Kansas, Cincinnati, bei Philadelphia, in Nevada (BINNEY) sowie auf den Bermudasinseln (WESTERLUND 1873).

Fossil in quartären Ablagerungen findet sich die Art in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Kiefer- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Hvitaby in Wiesenalk (KURCK 1904), bei Sigridslund in Torf und Wiesenalk (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff, Wiesenalk und Torf (KURCK 1904), bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904) und bei Kiviks-Esperöd in Torf (KURCK 1904). Auf Gotland ist sie bei Botarfve in subatlantischem und atlantischem und in subborealem und subatlantischem Humus (HALLÉ) gefunden worden, in Wästergötland bei Skultorp in borealer Humusschicht und in atlantischem und subatlantischem Tuff (HULTH); in Närke bei Berga in atlantischem Tuff, subborealem Humus, subatlantischem Tuff und jüngerem Humus (KJELLMARK 1897) und in Jämtland bei Täng in Wiesenalk und Torf (KJELLMARK 1904), beim Tyssjön in Wiesenalk (KJELLMARK 1904) und bei Rösta in subatlantischem und atlantischem Wiesenalk (KJELLMARK 1904).

Sie ist demnach am frühesten für die boreale Zeit und für die Kieferzone nachgewiesen worden. Sie ist sowohl als Relikt wie fossil in Jämtland gefunden worden.

#### *Helix strigella* DRAP.

Diese Art lebt in Schweden von Schonen bis nach Rättvik. Die nördlichsten Fundorte liegen weit von einander entfernt, sind als Reliktenlokale zu betrachten und liegen in der Nähe von Fundorten für relikte Hasel (KURCK 1904).

In Norwegen findet sie sich im südlichen Teil bis nach Ringerige und Telemarken (ESMARK 1886), in Finnland bis nach Åbo und Keksholm (LUTHER), in Russland bis Moskau (LUTHER), Perm (WESTERLUND 1885) und dem südlichen Russland (WESTERLUND 1873), in Polen (WESTERLUND 1873) und in den Ostseeprovinzen bis Petersburg (LUTHER). Sie fehlt in England. Ferner findet sie sich in Dänemark, Deutschland, Frankreich (auch im nördlichen Teil), im mittleren Spanien, in der Schweiz, in Norditalien, Österreich, Ungarn, Illyrien, Bosnien, Griechenland, Kaukasien und Syrien (WESTERLUND 1873). Auch kommt sie in Rumänien vor (WESTERLUND 1890).

<sup>1</sup> Nach SPARRE-SCHNEIDER findet sie sich auf Sydherö in Nordland fast ausschliesslich auf Kalkstein. Wahrscheinlich ist, dass sie in Nordland und Finnmarken als Relikt vorkommt. Dafür spricht ausser dem isolierten Fundort auch das Vorkommen auf Kalkstein.

Fossil in quartären Ablagerungen findet sie sich in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Kiefer- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Eskatorp in Humus mit südlichen Pflanzen (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Torf (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff und Wiesenkalk (Eichenzone KURCK 1904), bei Sigridslund in Torf (KURCK 1904) und bei Hvitaby in Wiesenkalk (KURCK 1904). In Wästergötland kommt sie bei Skultorp in subatlantischem Tuff (HULTH) und in Närke bei Berga in atlantischem Tuff und Humus nach subatlantischer Zeit (KJELLMARK 1897) vor. Sie ist demnach am frühesten in der Kieferzone gefunden worden.

*Helix fruticum* MÜLLER.

Diese Art lebt in Schweden von Schonen bis nach Söderhamn und kommt als Relikt bei Brunflo in Jämtland vor. In der letzteren Landschaft tritt sie in einer kleineren Form auf, f. *minor* WESTERLUND, was vermutlich darauf beruht, dass das Klima für die Art ungünstig ist. Auch bei Säter in Dalarne kommt sie in einer verkümmerten Form, var. *andersoni* CLESSIN (CLESSIN 1878) vor. Letzterer Verfasser meint auch, dass dies auf dem kalten Klima beruht. Es ist da von grosser Wichtigkeit, dass, wie wir später sehen werden, es die Hauptart ist, die fossil in Jämtland gefunden worden ist. Gleichzeitig kann erwähnt werden, dass einige andere Arten innerhalb ihres nördlichen Verbreitungsgebiets in verkümmerten Formen auftreten. Es sind das *Helix lapicida* LINNÉ var. *medelpadensis* (CLESSIN 1879), *Helix arbustorum* LINNÉ var. *septentrionalis* CLESSIN in Medelpad bei 62° n. Br. (CLESSIN 1879),<sup>1</sup> *Helix arbustorum* LINNÉ f. *minor* WESTERLUND besonders im nördlichen Skandinavien (WESTERLUND 1897), *Zonitoides nitidus* MÜLLER f. *borcalis* CLESSIN in Medelpad bei 63° n. Br. (CLESSIN 1878) und *Succinea putris* LINNÉ var. *succica* CLESSIN aus Medelpad (CLESSIN 1878).

In Norwegen findet sich *Helix fruticum* im südlichen Teil bis nach Ringerige und bei den Lofoten (ESMARK und HOYER). Wahrscheinlich ist sie relikte am letztgenannten Fundort, wenn es nicht *Helix schrenkii* MIDDENDORF ist, wie WESTERLUND annimmt. Nach LUTHER verhält es sich mit ihrer Verbreitung in Finnland folgendermassen. Sie ist gemein auf Åland, ziemlich gemein im südlichen und mittleren Finnland (bis ungefähr 63° n. Br.) Im nördlichen Teil des Landes kommt sie vorzugsweise in Kalkgegenden vor. Am nördlichsten ist sie bei Torneå und Solovetsk gefunden worden. Möglich ist, dass sie an diesen Lokalen relikte ist. Sie findet sich in ganz Dänemark. In Russland geht sie bis nach Petersburg (WESTERLUND 1873), Oka (WESTERLUND 1877), Perm (WESTERL. 1873) Ukraine (WESTERL. 1873) und der Krim (WESTERL. 1873). Sie fehlt in Grossbritannien, findet sich in Deutschland, Frankreich, Nordspanien bis nach Katalonien und Aragonien, Norditalien, Österreich, Ungarn, Bosnien, Kaukasien und Syrien (WESTERLUND 1873). In Sibirien vom Altai bis zum Jenissei bei 68°45' n. Br. WESTERL. 1885).

<sup>1</sup> Diese Varietät soll sich jedoch nach WESTERLUND (1897) von Schonen bis nach Medelpad finden.

Fossil in quartären Ablagerungen ist die Art in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Kiefer- und Eichenzone (KURCK 1901) gefunden worden, bei Eskatorp in Tuff und in Humus mit südlichen Pflanzen (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Tuff aus der Eichenzone (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff aus der Eichenzone und in Wiesenkalk und Torf (KURCK 1904), bei Sigridslund in Tuff, Torf und Wiesenkalk (KURCK 1904), bei Hvitaby in Wiesenkalk (KURCK 1904), bei Alnarp in Littorinasand (NATHORST 1870), bei Lomma in postglazialen Sand (HOLST och MOBERG) und bei Mossby in Tuff (NILSSON). In Wästergötland ist sie fossil bei Skultorp in subborealem Humus (SERANDER 1902) und in borealem Humus und subatlantischem Tuff (HULTH) gefunden worden, in Närke bei Berga in atlantischem Tuffkies (KJELLMARK 1874), in Uppland bei Håga in einem vorhistorischen Grab aus der Bronzezeit, demnach subborealer Zeit (ALMGREN), in Jämtland bei Täng in Torf (KJELLMARK 1904), bei Tyssjö in Wiesenkalk (KJELLMARK 1904) und bei Rösta in subatlantischem und atlantischem Wiesenkalk und subborealem Torf mit Eichenstrunken (KJELLMARK 1904).

Am frühesten ist sie demnach aus borealer Zeit und in der Kieferzone gefunden worden. Sie ist demnach sowohl fossil wie relik in Jämtland gefunden worden, relik aber in einer kleineren Form.

#### *Helix incarnata* MÜLLER.

Kommt in Schweden in Schonen vor, bei Ronneby und als Relikt bei Huskvarna in Småland. Fehlt in Norwegen und Finnland. Findet sich in Dänemark. Geht in Russland bis nach Petersburg (WESTERLUND 1873).<sup>1</sup> Fehlt in Grossbritannien (WESTERLUND 1871). Findet sich in Deutschland, Belgien, Frankreich, Katalonien, Norditalien, der Schweiz, Österreich, Ungarn und auf der Balkanhalbinsel bis nach Konstantinopel (WESTERLUND 1873). Sie wird mit Fragezeichen aus dem westlichen Sibirien von WESTERLUND (1877) angegeben.

Die Art ist fossil in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Eichenzone (KURCK 1901), bei Mellby in Wiesenkalk mit Hasel (KURCK 1904; zu bemerken ist, dass die Art dort in einer etwas grösseren Form als der jetzt in der Gegend lebenden auftritt) und bei Hvitaby in Wiesenkalk (KURCK 1904) gefunden worden.

#### *Buliminus montanus* DRAEP.

Findet sich in Schweden nur bei Jönköping und am südlichen Ende Ombergs und ist wahrscheinlich relik an diesen Stellen. Sie fehlt in Norwegen, Finnland und Dänemark. Kommt in Russland bis nach Livland und den Ural (61° n. Br.) vor, in Deutschland, Belgien, England, Frankreich, dem nordöstlichen Spanien, der Schweiz, Österreich, Ungarn und Rumänien (alles nach WESTERLUND 1873).

Ist fossil nicht in Schweden gefunden worden.

<sup>1</sup> Wird jedoch nicht für Ingermanland von Luther angeführt.

*Buliminus obscurus* MÜLLER.

Die Art lebt jetzt in Schweden in Schonen, auf Öland (Borgholm und Tveta), Gotland, Småland (Rosenlund), Wästergötland (Kinnekulle und Mösseberg), Östergötland (Omberg und Mjölsefall) und als Relikt in Närke in den Laubwiesen Hamrarna<sup>1</sup> und bei Apelvik. In südlichen Norwegen findet sie sich bis nach Christiania (ESMARK 1886), in Finnland wird sie für Karelen von WESTERLUND (1897), nicht aber von LUTHER (1901) aufgeführt. Sie findet sich in ganz Dänemark. In Russland kommt sie bei Petersburg nach WESTERLUND (1871) vor, wird aber nicht für Ingermanland von LUTHER (1901) erwähnt.<sup>2</sup> Sie geht wenigstens bis nach Esthland (WESTERLUND 1890) und der Krim (WESTERLUND 1890). Im Grossbritannien geht sie bis 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie findet sich in Deutschland, Frankreich, Nordspanien, Portugal, Italien, Österreich, Ungarn, Türkei, Griechenland, auf den Azoren, in Algier (WESTERLUND 1873), Transkaukasien (WESTERLUND 1890) und Sibirien (BARNAUL am Ob 53° n. Br. nach WESTERLUND 1873). In der Vereinigten Staaten findet sie sich in Massachusetts, wohin sie vom Menschen eingeführt sein soll (BINNEY 1878).

Fossil in quartären Ablagerungen kommt sie in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Eichenzone (KURCK 1901), bei Kiviks-Esperöd in Humus (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff und Wiesenkalk aus der Eichenzone (KURCK 1904), und bei Keflinge in Schwemmtön (DE GEER). Auf Gotland ist sie bei Botarfve in subborealem Humus (HALLE) und in Wästergötland bei Skultorp in borealem Humus (HULTH) gefunden worden.

Sie findet sich demnach am frühesten aus borealer Zeit und in der Eichenzone. Ihr fossiles Vorkommen bei Skultorp (aus der wärmeren borealen Zeit), wo sie jetzt fehlt, zeigt, dass die Art früher grössere Verbreitung gehabt hat.

*Pupa muscorum* MÜLLER var. *bigranata* ROSSM.

Diese Varietät findet sich in Schweden bei Ronneby, Mösseberg, auf Gotland (Lindeklint), Södermanland (Äs), bei Säter, Gefle und als Relikt bei Östersund. Ausserdem ist sie aus England, Deutschland und Frankreich (WESTERLUND 1890) bekannt.

Ist fossil nicht in Schweden gefunden worden.

*Pupa angustior* JEFFREYS.

Die Art findet sich in Schweden in Blekinge, Småland, auf Öland, Gotland, in Wästergötland, Bohuslän, Södermanland und als Relikt bei Östersund. In Norwegen findet sie sich in der Christianiaer Gegend

<sup>1</sup> Interessant ist, dass in diesen Laubwiesen nach SERNANDER (1893) mehrere Relikte (südliche) Pflanzen sich finden. Nach demselben Verfasser wurden diese Laubwiesen vermutlich gebildet, als das Littorinameer sich höchstens um 50 % zurückgezogen hatte und zu atlantischer Zeit.

<sup>2</sup> Gleichwohl zitiert JENSEN (1904) LUTHER's fragliche Arbeit für diese Provinz.



(ESMARK 1886); in Finnland fehlt sie. Geht in Grossbritannien bis 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie kommt in Russland, in Estland (LUTHER) und Kleinrussland (WESTERLUND 1873) vor. Sie findet sich ausserdem in Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich, Irland, Schweiz, Norditalien, Österreich, Ungarn, Illyrien, Kaukasien, Vorderasien (alles nach WESTERLUND 1873) und im Talyschgebiet (WESTERLUND 1890).

Fossil in quartären Ablagerungen ist sie in Schonen (merkwürdigerweise nicht lebend dort gefunden) im Kalktuff bei Benestad aus der Kiefer- und Eichenzone (KURCK 1901) gefunden worden, bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904), in der submarinen Ablagerung im Ystader Hafen (WESTERLUND 1874) und bei Tullstorp in Schwemmtön. Diese liegt unter schwarzem Humus von der Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906). Auf Gotland ist sie fossil bei Botarfve in subborealem Humus (HALLE) gefunden worden, in Närke bei Berga in atlantischem Tuffkies (KJELLMARK 1897), in Jämtland bei Täng in Torf und Wiesen- kalk und bei Tyssjön in Wiesen- kalk (KJELLMARK 1904).

Die Art wurde demnach in Schweden schon aus der Kieferzone gefunden. Interessant ist, dass sie jetzt in Närke fehlt, dort aber in atlantischer Zeit sich fand. In Jämtland findet sie sich teils als Relikt, teils fossil.

#### *Pupa substriata* JEFFREYS.

Die Art findet sich in Schweden von Schonen bis nach Dalarne und bei Gefle, sowie als Relikt in Jämtland bei Östersund und auf Frösön. In Norwegen findet sie sich im südlichen Teil von Kristiansand bis nach Eker sowie bei Molde (ESMARK 1886). In Finnland bis 65° n. Br. Ist gemein im südlichen Finnland, nimmt nach Norden zu ab (LUTHER). In Russland kommt sie in Estland vor, nicht aber in Ingermanland (LUTHER). Sie findet sich in Dänemark, lebt in Deutschland (WESTERLUND 1873), Tirol (WESTERLUND 1873), Irland (WESTERLUND 1873), Portugal (WESTERLUND 1890) und Kaukasien (WESTERLUND 1890). Geht in Grossbritannien bis zur Insel Skye (JOHANSEN 1906).

Fossil in quartären Ablagerungen in Schweden ist sie in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Kieferzone und in Eichenzone? (KURCK 1901), bei Kiviks-Esperöd in Wiesen- kalk (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff und Wiesen- kalk (KURCK 1904), bei Sigrödsund in Tuff und Wiesen- kalk (KURCK 1904), und bei Hvitaby in Tuff (KURCK 1904) gefunden worden. Auf Gotland ist sie fossil bei Botarfve in subborealem Humus (HALLE) gefunden worden; in Närke bei Berga in atlantischem Tuff und Humus aus jüngerer als subatlantischer Zeit (KJELLMARK 1897) gefunden worden und in Jämtland bei Täng in Wiesen- kalk und Torf (KJELLMARK 1904), bei Dille in Wiesen- kalk (KJELLMARK 1904), am Tyssjön in Wiesen- kalk var. *monas* (WESTERLUND, nach KJELLMARK 1904), und bei Rösta in subatlantischem Torf und atlantischem und subborealem Wiesen- kalk (var. *monas* nach KJELLMARK 1904).

Am frühesten ist die Art demnach in der Kieferzone gefunden worden. Sie ist also sowohl als Relikt wie fossil in Jämtland gefunden worden.

*Pupa pygmaca* DRAEP.

Die Art findet sich in Schweden von Schonen bis nach Wästmanland und als Relikt bei Östersund in Jämtland. (Var. *quadridens* WESTERLUND). Im südlichen Norwegen geht sie bis nach Ringerige und Bergen (ESMARCK 1886). In Finnland findet sie sich nur im südwestlichen Teil (LUTHER). Sie kommt in Dänemark vor. Geht in Russland bis St. Petersburg (LUTHER) und der Ukraine (WESTERLUND 1873) und in Grossbritannien bis 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie findet sich in Deutschland, Belgien, Frankreich, Irland, Schweiz, Italien, Österreich, Ungarn, Algier und auf den Azoren (alles nach WESTERLUND 1873), in Kaukasien, Vorderasien und im Talytschgebiet (WESTERLUND 1890).

Die Art ist fossil in Schonen bei Esketorp in Kalktuff und Humus, letzterer aus der Eichenzone (KURCK 1904), bei Mossby in Tuff (NILSSON 1840) und bei Tullstorp in Schwemmtton gefunden worden. Diese letztere liegt unter schwarzem Humus von der älteren Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906).

*Pupa liljeborgi* WESTERLUND.

Die Art findet sich in Schweden in Schonen, Blekinge, Småland, Östergötland, Närke, Dalarne sowie als Relikt bei Östersund in Jämtland, Umeå, Piteå und in der Pite Lappmark. Lebt im südlichen Norwegen bei Skien (ESMARK 1886) und Kragerö. In Finnland findet sie sich im Norden bis nach Uleåborg und im Osten bis nach Schungu in Onega-Karelen (LUTHER). Im übrigen kommt sie nur an einem Lokal auf Själand, einem in Norddeutschland (LUTHER) und einem auf Irland (WESTERLUND 1890) vor.

Fossil ist sie in Jämtland bei Dille in Wiesenalk (KJELLMARK 1904) und am Tyssjön in Wiesenalk (KJELLMARK 1904) gefunden worden.

Sie ist demnach sowohl als Relikt wie fossil in Jämtland gefunden worden.

*Pupa pusilla* MÜLLER.

Findet sich von Schonen bis nach Wästmanland und als Relikt in Jämtland bei Östersund. Sie geht im südlichen Norwegen bis nach Ringerige und Telemarken (ESMARCK 1886) und findet sich ausserdem bei Bergen (JOHANSEN 1906). In Finnland geht sie bis nach Tervola (66° n. Br.) und Kemi (LUTHER). Sie lebt in ganz Dänemark. In Russland hat man sie in Esthland und Livland (LUTHER), bei Moskau (LUTHER) und im südlichen Teil bis nach Kiew gefunden (WESTERLUND 1873). In Grossbritannien geht sie bis zum 56° n. Br. (JOHANSEN 1906). Ferner findet sie sich auf Irland und in Mittel-Europa bis nach den Pyrenäen,

der Lombardei und Siebenbürgen (WESTERLUND 1873). Auch kommt sie in Kaukasien und Vorderasien vor (WESTERLUND 1890). Fossil in quartären Ablagerungen findet sich diese Art in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Kiefer- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Eskatorp im Kalktuff (KURCK 1904) und bei Mellby in Tuff mit Eiche und jüngerem Wiesenalk (KURCK 1904); auf Gotland wurde sie bei Stigstäde in Moorerde (LINDSTRÖM 1886) aus altatlantischer Zeit (SERNANDER 1894) gefunden. In Wästergötland bei Skultorp aus subatlantischer Zeit (HULTH) und in Närke bei Berga in subatlantischem und atlantischem Tuffkies (KJELLMARK 1897).

Diese Art ist also am zeitigsten in der Kiefernzone und aus altatlantischer Zeit gefunden worden.

*Clausilia dubia* DRAP.

Findet sich in Schweden in Schonen, Blekinge, Småland, Dalarne und als Relikt in Jämtland am Öresundet und bei Alsen. Im südlichen Norwegen findet sie sich bis nach Asker und bei Bergen (ESMARCK 1886). In Finnland fehlt sie nach LUTHER, obwohl sie WESTERLUND (1897) für Mäntsälä verzeichnet. In Dänemark findet man sie auf Bornholm und Möen. In Russland findet sie sich in Estland (LUTHER), Livland und Polen (WESTERLUND 1873). Ferner kommt sie in Deutschland, Belgien, Frankreich, England, Schweiz, Norditalien, Österreich, Ungarn und Serbien (WESTERLUND 1873) vor. In Schweden nicht fossil gefunden.

*Clausilia laminata* MONTAGU.

Findet sich in Schweden von Schonen bis nach Dalarne und als Relikt bei Arbrå in Hälsingland. In Norwegen kommt sie im Kristianiaer. Kristiansander und Trondhjemer Stift bis zum 64° n. Br. vor. In Südfinnland findet sie sich bis zum 61° 45 n. Br. (LUTHER). Lebt in ganz Dänemark. In Russland bei Zarskoje Selo, in den Ostsee- und in mittleren und südlichen Provinzen (LUTHER). Sie geht in Grossbritannien bis 57° n. Br. (JOHANSEN 1906). Kommt in Deutschland, Holland, Frankreich, Schweiz, Italien, Österreich, Ungarn, Bosnien, Serbien, Illyrien und Kleinasien (Smyrna) vor (WESTERLUND 1873).

Fossil in quartären Ablagerungen ist sie gefunden worden: im Kalktuff bei Benestad in der Kiefern- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904), bei Kiviks Esperöd in Humus mit südlichen Gewächsen (KURCK 1904) bei Mellby in Tuff mit Eiche und in Wiesenalk (KURCK 1904), bei Sigridslund in Torf (KURCK 1904), bei Hvitaby in Wiesenalk (KURCK 1904) und bei Keflinge in Schwemmtorf (DE GEER). In Wästergötland kommt sie fossil in borealem Humus (HULTH) und in Närke bei Berga in jungem Humus, subborealem Humus und in atlantischem Tuffkies vor (KJELLMARK 1897).

Diese Art findet sich in Schweden also schon in der borealen Zeit und aus der Kiefernzone.

*Succinea oblonga* DRAP.

Findet sich in Schweden in Småland, Östergötland, Bohuslän, Stockholm, Västmanland und als Relikt in Hälsingland (Arbrå) sowie in Jämtland bei Östersund und Offerdal. Sie lebt in Südnorwegen bis Ringerike (MARCK 1886). Sie fehlt in Finnland. Kommt in Dänemark vor. In Island findet sie sich in Ingermannland (LUTHER), Esthland (LUTHER), Havernement Perm (WESTERLUND 1885) und südlich bis nach der Ukraine (ESTERLUND 1873). Sie kommt in Deutschland, Belgien, Frankreich, Schweiz, Italien, Ungarn und Illyrien vor (WESTERLUND 1873), wie auch in Kasan, Armenien (WESTERLUND 1890) sowie im westlichen und östlichen Sibirien, am nördlichsten bei  $70^{\circ} 39'$  n. Br. (WESTERLUND 1885). Diese Art wurde fossil in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Kiefern- und Eichenzone (KURCK 1901) und bei Mellby in Wiesenkalk (KURCK 1905) gefunden. Auf Gotland findet sie sich fossil bei Mölnar in Wiesenkalk (ESTERBERG 1887) und bei Stigstäde in Moorerde »torfdy» (LINDSTRÖM 1906) aus atlantischer Zeit (SERNANDER 1894), in Västergötland bei Altorp in borealem Humus und atlantischem Tuff (HULTH) und in Jämtland bei Rösta in Wiesenkalk (KJELLMARK 1904). Die Art findet man somit in Schweden schon in der borealen und aus der Kiefernzeit. Sie findet sich als Relikt und fossil in Jämtland, aber nur fossil in Västergötland und auf Gotland.

Es ist unsicher, ob diese Art als klimatischer Relikt an den nördlichen Fundorten zu betrachten ist. JENTZSCH hat nämlich nachgewiesen, dass dieselbe auf Grund konkurrierender Arten derselben Gattung auch südlichen Gegenden im Aussterben begriffen ist.

*Succinea arenaria* BOUCH.

Lebt in Schweden auf Öland und Gotland und als Relikt in Jämtland bei Östersund. Sie findet sich in Südnorwegen bis nach Jerker, Brevik, Langesund und auf Langö sowie auf Helgoö im Mjösen und im Trondhjemmer Stift (v. MARTENS 1881). Sie fehlt in Finnland. Findet sich in Dänemark auf Lolland und bei Praestö. In Grossbritannien geht sie bis  $54^{\circ}$  n. Br. (JOHANSEN 1906). Ausserdem findet sie sich auf Irland, in Frankreich, Deutschland und Tirol (WESTERLUND 1873).

Die Art kann von Norwegen aus nach Jämtland eingewandert sein, sie findet sich im Trondhjemmer Stift.

Sie findet sich fossil auf Gotland bei Ire in Litorinensand (LINDSTRÖM 1906), und bei Botarfve in subborealem und subatlantischem Humus, atlantischem Wiesenkalk, atlantischem Tuffsand mit Wiesenkalk und subatlantischem Tuff (HALLÉ). An letztgenannten Orten findet sie sich nach HALLÉ nicht lebend.

*Succinea parvula* PASCAL.

Lebt in Schweden in Blekinge, Östergötland, bei Stockholm, in Danemark und als Relikt in Medelpad und Västerbotten. Fehlt in Norwegen.

Findet sich in Finnland bei Kuopio (LUTHER) und Torneå (WESTERLUND 1897). Ist möglicherweise Relikt an letzterem Ort. Fehlt in Russland und Dänemark. Findet sich in England, Frankreich, Italien und Deutschland (WESTERLUND 1870).

Fossil nicht in Schweden gefunden.

*Carychium minimum* MÜLLER.

Findet sich in Schweden von Schonen bis nach Dalarne und als Relikt in Jämtland bei Östersund. Kommt in Südnorwegen (ESMARCK 1886) und bei Bergen (JOHANSEN 1906) vor. Findet sich in Finnland in Kalkgegenden bis nach Kiiminki bei 65° n. Br. (LUTHER), in Russland in den Ostseeprovinzen bis nach Petersburg, bei Moskau und Charkow (LUTHER), in Dänemark, Grossbritannien bis 58° 59' n. Br. (JOHANSEN 1906). Findet sich ausserdem im ganzen mittleren und südlichen Europa bis nach Korsika, Sizilien und Österreich (WESTERLUND 1873), in Algier und Kaukasien (WESTERLUND 1890) sowie im Amurgebiet (WESTERLUND 1873).

Die Art wurde fossil in Schonen bei Benestad in Tuff aus der Kiefern- und Eichenzone (KURCK 1901) gefunden, ferner in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad (WESTERLUND 1874), bei Eskatorp in Tuff mit südlichen Gewächsen (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Torf (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff mit Eiche, in Wiesenkalk und in Torf (KURCK 1904), bei Sigridslund in Tuff und Torf (KURCK 1904), bei Hvitaby in Tuff (KURCK 1904), bei Mossby in Tuff (NILSSON 1840), und Tullstorp in Schwemnton. Diese Schicht liegt unter schwartzem Humus von älterer Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906). In Wästergötland ist sie fossil bei Skultorp in atlantischem Tuff und subatlantischem Wiesenkalk (HULTH) gefunden worden; auf Gotland bei Botarfve in atlantischem Wiesenkalk, subborealem Humus subatlantischem Wiesenkalk und subatlantischem Humus (HALLÉ) und bei Stigstäde im Moorerde »torfdy» (LINDSTRÖM 1886) aus altatlantischer Zeit (SERNANDER 1894); in Närke bei Berga in jungem Humus, subatlantischen Tuffkies, subborealem Humus und atlantischem Tuffkies (KJELLMARK 1897), in Jämtland bei Rösta in atlantischem Wiesenkalk, subborealem Torf mit Kiefernstümpfen und subatlantischem Wiesenkalk und Torf (KJELLMARK 1904), bei Dille in Wiesenkalk, bei Täng in Torf und Wiesenkalk und am Tyssjön in Wiesenkalk, alles nach KJELLMARK 1904.

Die Art findet sich demnach sowohl als Relikt als auch fossil in Jämtland und kann also dort in späterer Zeit nicht eingewandert sein.

Am frühesten kommt sie aus der Kiefernzone und altatlantischer Zeit vor.

*Planorbis cornus* LINNÉ.

Diese Art hat in Schweden 3 getrennte Verbreitungsgebiete. Das erste besteht aus Schonen und dem westlichsten Blekinge, das zweite

aus den Mälärprovinzen (Södermanland, Uppland und Wästmanland) und das dritte aus dem Storsjögebiet. Wahrscheinlich hingen diese Gebiete während der warmen postglazialen Periode zusammen. In Norwegen fehlt sie vollständig. In Finnland hat sie mehrere zerstreute Verbreitungsgebiete. Das eigentliche Gebiet besteht aus der Onega und Ladoga. Die nördlichsten Fundorte sind Björneborg, Kuopio und der Onegasee (LUTHER). LUTHER ist der Ansicht, dass die Art spät nach Finnland gekommen ist und sich dort im Vorrücken befindet, so z. B. zeigt er, dass sie durch die Schifffahrt nach Eröffnung des Saima-Kanals in dem Saimen gekommen ist. In Russland ist sie bis nach Arkangelsk (LUTHER) gemein und findet sich im Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885). Sie ist auch in ganz Dänemark gemein. In Grossbritannien geht sie bis 54° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie findet sich ferner auf südliche Irland (WELCH), in Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich, Schweiz, von Norditalien bis nach Neapel, Österreich, Ungarn und auf der ganzen Balkanhalbinsel (WESTERLUND 1873). Sie findet sich in Kleinasien und Kaukasien (WESTERLUND 1890), im Gouvernement Tobolsk bis 64° n. Br., im Gouvernement Tomsk (bei Barnaul) und im Altaigebiet (alles nach WESTERLUND 1885).

Fossil ist die Art gefunden worden: in Schonen im altatlantischen Torf in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad (BRUZELIUS, WESTERLUND 1874), in submarinem Schlamm oder Ton mit Eiche im Hafen von Limhamn (G. ANDERSSON 1893), in Schlamm aus der jüngsten Ancycluszeit bei Hafång (HOLST 1899) und im Herrestader Moor in Schnecken-schlamm aus der Eichenperiode (G. ANDERSSON 1890).

Sie ist somit frühestens aus der jüngsten Ancyclus- und aus altatlantischer Zeit bekannt.

Es ist ja recht eigentümlich, dass diese grosse und leicht erkennbare Art nicht nördlich von Schonen fossil gefunden worden ist. Dies spricht dafür, dass dieselbe spät nach den Mälärprovinzen und Jämtland gekommen ist, aber auf der anderen Seite kann sie nicht durch Schifffahrt nach dem Storsjö gekommen sein, so dass doch die Reliktenhypothese wahrscheinlicher erscheint. Ausserdem sind ja die meisten fossilen Mollusken in Kalktuff gefunden worden, und da diese Art in Seen und Flüssen lebt, kann man nicht erwarten, sie in derartigen Ablagerungen zu finden.

#### *Planorbis carinatus* MÜLLER.

Findet sich in Schweden in Schonen, Blekinge, Småland, Öland, Gotland, Wästergötland, Östergötland, Närke, Södermanland, Uppland, Dalarne, (Säter und Gustafs) und als Relikt in Hälsingland (Bollnäs, Björktjärn). Sie fehlt in Norwegen. In Finnland findet sie sich an einigen wenigen Stellen im südöstlichen und mittleren Teil des Landes, nördlichst bei Kuopio (LUTHER). Sie kommt in Russland in Esthland (LUTHER), Litauen und Wolhynien (WESTERLUND 1873) vor. Findet sich in ganz Dänemark. In Grossbritannien geht sie bis zum 56° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie findet sich ausserdem in Frankreich, Nordspanien, Portugal, Belgien,

Holland, Deutschland, Schweiz, Italien, Österreich, Epirus<sup>1</sup> und Kaukasien<sup>1</sup> (alles nach WESTERLUND 1873). In Sibirien findet man sie am Ob bis 62° n. Br. (WESTERLUND 1885) und im Amurgebiete (WESTERLUND 1873).

Fossil ist sie gefunden worden: in Schonen in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad (var. *dubius* HARTMAN nach WESTERLUND 1874) und bei Alnarp in Torf (NATHORST 1872), auf Gotland bei Snoder in Kalkschlamm von der Zeit der Litorinasenkung an (v. POST 1903) und bei Stigstade in Moorerde (LINDSTRÖM 1886) altatlantischen Alters (SERNANDER 1894) und in Wästergötland bei Hornborgasjön i Schneckenmergel (SAHLÉN) von atlantischer Zeit (SERNANDER 1908).

Dass sie nicht an mehr Orten angetroffen worden ist, beruht darauf, dass sie in Seen und Flüssen lebt.

Sie ist somit frühestens aus altatlantischer Zeit bekannt.

*Planorbis socius* WESTERLUND.

Diese Art ist nur in Schweden gefunden worden und zwar in Schonen, Blekinge, Södermanland, Uppland (Söderby in Roslagen) und als Relikt bei Arbrå in Hälsingland.

Sie ist nicht fossil gefunden worden.

*Planorbis glaber* JEFFREYS.

Findet sich in Schweden in Blekinge, Småland und als Relikt in Dalarne (Ålkroken, Ljustern). In Norwegen findet sie sich bei Kristiania, Valdres, Jaederen und Bergen, sowie auf Gaasö bei Grötö, in Nordland bei 67° 49' n. Br. (ESMARK 1886). An letzteren Orten ist die Art möglicherweise relikte. In Finland ist sie in Tavastland und Savolax (LUTHER) gefunden worden. Sie findet sich in Dänemark und auf Island. Ferner ist sie in Grossbritannien (auch auf den Shetlandsinseln), Deutschland, Belgien, Frankreich, Spanien, Italien, Österreich, Algier und auf Madeira (alles nach WESTERLUND 1873) gefunden worden. Sie findet sich auch im westlichen Asien, Armenien, Transkaukasien und Turkestan (alles nach WESTERLUND 1890). Schliesslich findet sie sich im westlichen Sibirien (LUTHER).

Die Art kann möglicherweise nach Dalarne von Norwegen aus eingewandert sein, da sie sich dort weiter nach Norden erstreckt.

Sie ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

*Planorbis limophilus* WESTERLUND.

Diese Art ist in Schweden in Schonen, Blekinge, Wästergötland, Uppland und als Relikt in Wästerbotten (Piteå) und Lappland (Muonio waara bei 68° n. Br.) gefunden worden.

In Norwegen ist sie bei Walders und auf Jaederen (ESMARK 1886) sowie im Gudbrandsdalen gefunden worden. In Finnland kommt sie an einigen Orten im südlichen und mittleren Teil des Landes bis c. 63° n.

<sup>1</sup> Diese Angaben werden von WESTERLUND 1877 bezweifelt.

Br. (LUTHER) vor. Sie ist ferner aus Deutschland (WESTERLUND 1890), Tirol (WESTERLUND 1890) und dem Gebiete des Amur (WESTERLUND 1885) bekannt.

Sie ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

*Valvata antiqua* SOW.

Kommt in Schweden in Schonen, Östergötland und als Relikt in Upland vor. Sie fehlt in Norwegen und Finnland. Sie findet sich in Dänemark, lebt in Estland, aber nicht in Ingermannland, (LUTHER). Sie kommt ausserdem in Deutschland, der Schweiz und Österreich (WESTERLUND 1873) vor.

Diese Art ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

*Valvata pusilla* MÜLLER.

Findet sich in Schweden in Östergötland, bei Gefle und als Relikt bei Jörn in Westerbotten. Sie fehlt in Norwegen. In Finnland ist sie in Savolax, Tavastland und bei Poanajärvi (nördlich von 66° n. Br. gefunden worden, (LUTHER). Sie findet sich in Dänemark, ist aber im übrigen sonst nur noch aus Deutschland bekannt (WESTERLUND 1890).

Die Art ist nicht fossil in Schweden gefunden worden.

*Valvata macrostoma* STEENB.

Ist in Schweden in Schonen, Östergötland und als Relikt in Jämtland bei Östersund gefunden worden. Sie findet sich in Norwegen bei Stavanger, im südöstlichen Teil von Finnland (nördlichst in der Gegend südwestlich vom Weissen Meer, (LUTHER). In Russland geht sie im Norden bis nach Petersburg (LUTHER) und dem Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885). Findet sich in Dänemark, ist im übrigen aber nur aus Deutschland und Österreich bekannt (WESTERLUND 1890).

Die Art ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

*Valvata cristata* MÜLLER.

Ist in Schweden lebend in Schonen, Blekinge, Halland, Öland, Gotland, Wästergötland, Östergötland, Wärmland, Närke, Upland, Wästmanland und als Relikt in Jämtland bei Lockne gefunden worden. SVEN NILSON (1822) verzeichnet sie für Lappland, WESTERLUND (1897) bemerkt aber, dass möglicherweise eine Verwechslung mit *Valvata frigida* WESTERLUND vorliegen kann. Sie findet sich im südlichen Norwegen (Kristiania) (ESMARK 1886). Sie kommt ferner im südlichen Teil von Finnland und bei Kuopio und in Österbotten bei Kiiminki (c. 65° n. Br.) in Kalk-  
gegenden vor (LUTHER).

In Russland geht sie im Norden bis nach Petersburg (LUTHER) und im Süden bis nach Kiew (WESTERLUND 1873). Sie findet sich in ganz Dänemark. In Grossbritannien geht sie bis zu den Orkney-Inseln (JOHANSEN 1906). Lebt auf Irland (STELFOX). Sie kommt in Frankreich, Nord-



spanien, in der Schweiz, in Belgien. Holland, Deutschland, Italien, Österreich, Ungarn, Illyrien, Sibirien<sup>1</sup> (Barnaul, Beresov 68° n. Br. Irkutsk), Kamtschatka<sup>1</sup> und im Amurgebiet<sup>1</sup> vor (WESTERLUND 1873).

Die Art findet sich in Schweden fossil in Schonen im Kalktuff bei Benestad (KURCK 1901), im altatlantischem Torf in der submarinen Ablagerung des Hafens von Ystad (BRUZELIUS, WESTERLUND 1874), im Herrestadmoor in Schneckenschlamm aus der Eichenperiode (G. ANDERSSON 1890), bei Sigridslund in Tuff (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff und Wiesenalk (KURCK 1904), bei Hvitaby in Torf und Wiesenalk (KURCK 1904), bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904), im Eslöfmoor in Ton mit Kiefer (G. ANDERSSON 1890), bei Mossby in Torf (NILSSON 1840), im Bjersjöladugårdsmoor in Moorerde (»torfdy») mit Espe und Birke (G. ANDERSSON 1890)<sup>2</sup>, bei Helsingborg in Schlamm (ERDMANN 1872—74) aus dem älteren Teil der atlantischen Zeit (SERNANDER 1893), und bei Tullstorp in Schwemmtton unter schwarzem Humus von älterer Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906). In Halland ist sie fossil im Moor von Lunna in Schneckenschlamm mit *Najas marina* (G. ANDERSSON 1893) aus subarktischer Zeit (SERNANDER 1902) gefunden worden; in Bohuslän im Moor von Tyfte in Schneckenmergel aus der Eichenperiode (G. ANDERSON 1803); auf Gotland bei Stigstade in Moorerde (»torfdy») (LINDSDRÖM 1886) mit Eiche aus altatlantischer Zeit (SERNANDER 1894); im Torfmoor Dammen in Schlamm über atlantischem *Phragmites*-Torf (SERNANDER 1898); bei Göstafs in spätglacialem Süßwasserton mit *Dryas* und *Salix polaris* aus der arktischen Zeit (SERNANDER 1894) und in Ablagerungen aus der Ancycluszeit (MUNTKE 1887). In Dalarne in einem Torfmoor auf Sollerö in atlantischem lacustrinem Schalenton-Schlamm zusammen mit ungewöhnlich grossen Exemplaren von *Rythinia tentaculata* LINNÉ (HEDSTRÖM 1893) und in Jämtland bei Östra Odensala in Tuff (NATHORST 1885), im Moor von Kingsta in atlantischem Wiesenalk (L. v. POST 1906), bei Dille in Wiesenalk (KJELLMARK 1904) und bei Rösta in atlantischem Wiesenalk (KJELLMARK 1904).

Die Art ist somit sowohl fossil als auch als Relikt in Jämtland und fossil in Bohuslän und Dalarne gefunden worden, obwohl dieselbe jetzt nicht mehr dort lebt. Die geologischen Perioden, aus denen sie zuerst bekannt ist, sind die subarktische Zeit, Ancycluszeit und altatlantische Zeit. ausserdem aber wird sie von SERNANDER aus arktischem Ton von Göstafs auf Gotland angegeben. Die letztere Angabe steht mit den übrigen geologischen Fundorten und mit der jetzigen geographischen Verbreitung im Widerspruch und ist deshalb schwer zu erklären.

#### *Sphaerium mamillatum* WESTERLUND.

Lebt in Schweden in Schonen, Blekinge, Wästergötland, bei Stockholm, in Upland, Dalarne und als Relikt in Jämtland bei Offerdal. In

<sup>1</sup> Wird von WESTERLUND (1885) für *Valvata sibirica* MILDENDORFF angegeben.

<sup>2</sup> Die Bestimmung ist unsicher.

Norwegen findet sie sich an vielen Stellen bis 70° n. Br. In Finnland in Satakunda und im nördlichen Savolax. Sie findet sich in Dänemark und kommt ausserdem in Russland und Deutschland vor (WESTERLUND 1890). Die Art kann nach Jämtland von Norwegen aus eingewandert sein, da sie sich dort bis 70° n. Br. findet. Sie ist fossil in Schweden in subglacialem Süsswasserton, über Ton mit glacialen Pflanzen bei Åkarp in Schonen (HOLMSTRÖM 1873) gefunden worden. Dieses Vorkommen kann möglicherweise von der wärmeren spätglacialen Periode herrühren.

*Sphaerium Westerlundii* CLESSIN.

Findet sich in Schweden in Blekinge, Upland, Dalarne (Säter und Orsa) und als Relikt in Jämtland bei Kall. In Norwegen ist sie aus dem Österdal und in Finnland aus Satakunda, Kuopio, Kittilä und Warsuka in der russischen Lappmark bekannt. Sie findet sich in Russland ausserdem im Gouvernement Perm (WESTERLUND 1890). Fossil nicht in Schweden gefunden.

*Pisidium amnicum* MÜLLER.

Findet sich in Schweden in Schonen (nur var. *elongatum* und var. *malmi*), Blekinge (var. *elongatum*), Wästergötland (var. *elongatum*), Östergötland (var. *elongatum* und var. *malmi*), Upland, Wästmanland (var. *elongatum*), Dalarne. (Säter und Gustaf) und als Relikt bei Piteå. Sie ist in Norwegen nicht fossil gefunden worden. In Finnland kommt sie in den Yläne-, Saimen-, Ladoga- und Onega-Seen vor. Eine nördliche Form var. *glaciale* WESTERLUND findet sich im nördlichen Finnland bei Ivalajokki, Kommosjokki und Enare. Diese Art geht in Russland bis ins Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885). Sie findet sich in Dänemark; geht in Grossbritannien bis ca 56—57° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie kommt im übrigen in den meisten europäischen Ländern sowie in Algier und Sibirien (Tomsk, Barnaul, am oberen Tunguska nach WESTERLUND 1873) vor; sie findet sich ausserdem im westlichen Asien (WESTERLUND 1890).

In Schweden ist sie fossil im Schonen im Kalktuff bei Benestad (KURCK 1901) und bei Torreberga in Sand und sandigem Ton aus der älteren Ancycluszeit (MUNTIE 1897) und in spätglacialem Ton bei Sallerup (HOLST 1906)<sup>1</sup> gefunden worden. Auf Gotland ist sie fossil in Ancyclusablagerungen (MUNTIE 1887) gefunden worden. In der letzteren Landschaft lebt sie jetzt nicht mehr.

*Pisidium henslowianum* SHEPP.

Findet sich in Schweden in Schonen, Gotland, Östergötland, Wästergötland, Närke, Upland und als Relikt im Wästerbotten (auf Sandön bei Piteå). In Norwegen ist sie bei Bergen (ESMARK 1886) gefunden worden. In Finnland fehlt sie. Sie findet sich in Dänemark. In Gross-

<sup>1</sup> Sie stammt möglicherweise wie *Anodonta* aus dergleichen Ablagerung aus dem mittleren Teil des Tons, der nach JOHANSEN (1906) eine Klimaverbesserung repräsentiert

britannien geht sie bis zum südlichen Schottland (c. 56° n. Br.) (JOHANSEN 1906). Im übrigen kommt sie in Frankreich, Deutschland, Belgien und der Schweiz vor (alles nach WESTERLUND 1873).

Diese Art ist fossil in Schweden bei Alnarp in Schonen in arktischem Süßwasserton (NATHORST 1870, 72) gefunden worden. Dieses Vorkommen steht mit der südlichen Verbreitung dieser Art in Widerspruch. Es ist zu bemerken, dass in diesem Ton (jedoch erst höher in der Schichtenserie hinauf) nach NATHORST *Anodonta* gefunden worden ist, welche ja auch keine arktische Verbreitung hat.

*Pisidium subtruncatum* MALM.

Findet sich in Schweden in Schonen, Blekinge, Wästergötland, Östergötland, Upland, Dalarne (Säter) und als Relikt in Wästerbotten bei Röknäs in der Nähe von Piteå. Kommt in Norwegen bei Kristiania, Arendal, Kristiansand, Eker in Modum und Bergen (ESMARK 1886) vor. In Finnland findet sie sich bei Kuopio, sowie in Dänemark. Ausserdem kommt sie in England (JOHANSEN 1906), Frankreich (WESTERLUND 1890), Deutschland (WESTERLUND 1896) und Ungarn (WESTERLUND 1890) vor.

Diese Art ist fossil in Schweden in interglacialem Sand und Kies bei Glumslöf in Schonen (ERDMANN 1874—75) gefunden worden.

*Pisidium parvulum* CLESSIN.

Findet sich in Schweden in Blekinge und als Relikt in Hälsingland (bei Sanne). In Norwegen ist var. *martensi* CLESSIN bei Bergen gefunden. Ist nicht fossil in Schweden gefunden worden.

*Pisidium milium* HELD.

Findet sich in Schweden in Schonen, Blekinge, Wästergötland, Bohuslän, Dalsland, Östergötland, Upland und als Relikt in Wästerbotten (Sandö bei Piteå). Eine nördliche Form, var. *unioides* WESTERLUND, hat sich in Jämtland, Norrbotten und Lappland (ODHNER) ausgebildet.<sup>1</sup> Die Hauptart findet sich im südlichen Norwegen bis nach Koppang in Hedemarken, in Nordland und Wästfinnmarken bis 70° 8' n. Br. (ESMARK 1886). Kommt in Finnland bei Kuopio und im Onega-See vor; ferner in Dänemark und im übrigen in ganz Europa und Algier (WESTERLUND 1890). Diese Art ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

*Unio batavus* MAT. et BOCK.

Findet sich in Schweden in Schonen, Östergötland und Dalarne. Fehlt in Norwegen und Finnland. Findet sich in Dänemark und im

<sup>1</sup> Diese Abart ist auch im ostsibirischen Gouvernement Jenisejsk bei 62° 50' n. Br. (WESTERLUND 1885) gefunden worden.

ibrigen in Deutschland, Belgien, Frankreich, der Schweiz, Norditalien, Österreich und Ungarn (WESTERLUND 1890).

Diese Art ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

### *Anodonta.*

Die Gattung *Anodonta* hat eine Verbreitung in Norrland, die darauf hinzudeuten scheint, dass sie zuvor eine zusammenhängende Verbreitung besessen hat, dann aber ausgestorben ist, als ein kälteres Klima eintrat. Wegen ihrer Grösse können die Arten der Gattung kaum übersehen worden sein. In ganz Norrland kennt man Anodonten nur aus Jämtland und Wästerbotten. In der ersteren Landschaft sind *Anodonta frigida* DRT. aus dem Hornsjön bei Brunflo und *A. planulata* DRT. aus demselben See gefunden worden. Die beiden Arten fehlen im übrigen in Schweden. In Wästerbotten haben Professor HÖGBOM und Verfasser eine *Anodonta* in einem See im Kirchspiel Löfänger gefunden. Dieser See liegt nahe dem Meere und in unbedeutender Höhe (etwa 2 M.). Das Lokal findet sich zuvor nicht in der Litteratur angegeben und verdient besonders erwähnt zu werden, da es der nördlichste Fundort für Anodonten in Schweden ist. Bisher war, wie erwähnt, Jämtland der nördlichste. Bei der Verbreitung der Anodonten hat man darauf Rücksicht zu nehmen, dass diese als *Glochidiumlarven* parasitisch auf Fischen leben. Südlich von Norrland findet sich die Gattung über das ganze südliche und mittlere Schweden bis nach Dalarne verbreitet. In dieser letztgenannten Landschaft ist *A. rossmässleriana* DUP. in dem See Hönsan im Kirchspiel Husby gefunden worden, *A. anatina* LINNÉ und *A. sulcata* NILSS. von nicht genanntem Lokal, *A. amnica* DRT. im Husbysjön, *Anodonta complanata* (Z) ROSSMÄSSLER im Hönsan, Hejan, Hyen und Brunnsjön, *A. klettii* ROSSM. im Hönsan, endlich *A. acutalis* DRT. im Brunnsjön.

In Norwegen ist der nördlichste Fundort Trögstad in Südnorwegen bei etwas über 60° n. Br. (ESMARK 1886). In Finnland liegt er westlich bei ca. 66° n. Br. und im Osten bei ca. 64° n. Br. (JOHANSEN 1906). In Russland liegt er bei Archangelsk (WESTERLUND 1885) und Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885), in Schottland bei Banffshire (ca. 58° n. Br. JOHANSEN 1906), in Sibirien im Gouvernement Tobolsk bei 55° n. Br. und im Gouvernement Jeniseisk bei 61° 40' n. Br., auf Kamschatka zwischen 53 und 56 n. Br. (WESTERLUND 1885). Anodonten finden sich auch im nördlichen Nordamerika. Sie werden ferner für Island von OLOFSEN und POVLSEN angegeben (v. MARTENS 1857). JOHANSEN aber erwähnt nicht Island.

Fossile Anodonten sind in quartären Ablagerungen in Schweden in Schonen bei Hälsingborg in Schlamm (»gyttja») (ERDMANN 1872—74) aus dem ersten Teil atlantischer Zeit (SERANDER 1893), bei Alnarp im oberen Teil eines arktischen spätglazialen Süßwassertons (NATHORST 1870, 72), im Ystader Hafen in atlantischem Torf in der submarinen Ablagerung (BRUZELIUS), bei Nordanå in spätglazialen Süßwasserton (NATHORST

1872), bei Klågerup in spätglazialen Süßwasserton (HOLMSTRÖM 1873, 1896), bei Sallerup im mittleren Teil von spätglazialen Süßwasserton (HOLST 1906), und in Kallsjö Moor in Schlamm (»gyttja») unter einer Schicht mit *Trapa* (WALLERGREN). In Blekinge sind sie bei Stilleryd in Schlamm (»gyttja») aus der mittleren Ancycluszeit (HOLST 1899) gefunden worden, auf Gotland im Kirchspiel Tofta in Schlamm (»gyttja») aus der älteren Ancycluszeit (SERNANDER 1894), im Lingemoor in atlantischem Schlamm (»gyttja») mit Eiche und *Najas marina* (SERNANDER 1894) und bei Snoder in Schlamm (»gyttja») mit *Najas marina* aus der Zeit des Maximums der Litorinasenkung (v. POST 1903); in Närke im Gottersätermoor in atlantischem Schlamm (»gyttja») mit Eiche, Ahorn und *Trapa natans* (SERNANDER 1896, KJELLMARK 1899) und am Seltorpsjön in atlantischem Schlamm (»gyttja») mit denselben Pflanzen (KJELLMARK 1899); in Uppland bei Uppsala in Schwemmtön (STOLPE), bei Rörken in atlantischem Schlamm (»gyttja») (SERNANDER 1902) und bei Skattmansö in Ancyclusstön (NATHORST 1893); in Jämtland bei Ragunda (G. ANDERSSON) in atlantischen Schichten (SERNANDER 1899), und in Wästerbotten bei Umeå in Flussablagerungen mit *Tellina baltica* und viele Süßwasser- und Landpflanzen 44 m. über Meer (HÖGBOM 1895). Die beiden letztgenannten Lokale sind von besonderem Interesse, da die Gattung, wie oben erwähnt, jetzt nur in Norrland im Hornsjön und bei Löfånger lebt. Das deutet darauf hin, dass die Gattung früher ein mehr zusammenhängendes Verbreitungsgebiet gehabt hat.

Einige Anodonta-Arten kommen in Schweden isoliert vor, nördlich von dem eigentlichen Verbreitungsgebiet; hieraus aber lassen sich keine Schlüsse ziehen, da der Artbegriff innerhalb dieser Gattung allzu unbestimmt ist. Ebenso habe ich isolierte Varietäten von Arten, die über den größten Teil des Landes hin verbreitet sind, unberücksichtigt gelassen, da diese sich selbständig auf verschiedenen Gebieten haben ausbilden können. Einige Arten, die zweifelhaft sind, sind gleichfalls nicht in Betracht gezogen worden. Es ist möglich, dass einige der als Relikt betrachteten Arten in dazwischenliegenden Gebieten übersehen worden sind. Besonders gilt dies für die Arten der Gattungen *Sphaerium* und *Pisidium*, die ja klein und schwer zu bestimmen sind. Das Vorkommen einiger von ihnen in spätglazialen Schichten (soweit sie nicht eine Klimabesserung auch während dieser Zeit markieren) deutet auch darauf hin, dass ihre Reliktnatur vielleicht zweifelhaft ist. Sicher ist jedoch, dass eine ganze Reihe der grösseren Arten als Relikten aus einer wärmeren Zeit zu betrachten sind.

Das Vorkommen bei Sallerup soll nach JOHANSEN (1906) eine Klimabesserung in spätglazialer Zeit repräsentieren, der denn eine Klimaverschlechterung folgte, während welcher die Anodonten wahrscheinlich in Schweden ausstarben. Die Vorkommen bei Alnarp, Nordanå und Klågerup in glazialen Süßwasserton widersprechen der geographischen Verbreitung der Anodonten, die sie als temperierte Formen angibt. Viel-

leicht liegt die Erklärung darin, dass sie auch dort die eben erwähnte wärmere spätglaziale Zeit markieren. Während der älteren Ancycluszeit sind die Anodonten wieder nach Schweden eingewandert, denn aus der älteren Ancycluszeit sind sie von Tofta auf Gotland und aus der mittleren Ancycluszeit von Stilleryd in Blekinge bekannt, und während des Teils der postglazialen Zeit, als das Klima wärmer als jetzt war, hatten sie wahrscheinlich ein zusammenhängendes Verbreitungsgebiet wenigstens bis nach Löfånger in Wåsterbotten. Hierauf deuten die Reliktenfunde im Hornsjön in Jämtland und in Löfånger, sowie das fossile Vorkommen bei Ragunda aus atlantischer Zeit und bei Umeå.

*Bemerkungen über die Relikten.* Leider fehlt es an näheren Lokalangaben betreffs der bei Piteå gefundenen Arten. Es würde von Interesse sein, die Höhe dieser Fundorte über d. Meer zu erfahren, denn dies kann von Wichtigkeit für die Bestimmung der Einwanderungszeit sein, da ja das Meer noch weit in die postglaziale Zeit hinein über diese Gegenden hingegangen ist. Ein charakteristisches Zusammentreffen ist es, dass das Sommerklima in Piteå wärmer ist als in den Gegenden südlich davon. Nach HÖGBOM (»Norrländ« 1906) ist die mittlere Temperatur in Piteå für die Monate Juni-September<sup>1</sup> höher als in dem bedeutend südlicheren Umeå, und auch die mittlere Temperatur des ganzen Jahres ist höher.<sup>2</sup> Da nun JOHANSEN gezeigt hat, dass die Verbreitung der Mollusken von der Sommertemperatur abhängt, so erklärt dies, dass die südlichen Formen hier sich erhalten haben. Auch andere Tiere haben einen Einfluss von den warmen Sommern erfahren. So geht der Brachsen, der im südlichen Wåsterbotten nur in der Küstengegend selbst sich findet, bei Piteå weit ins Land hinein (LUNDBERG). Einige Zugvögel kommen früher nach der Piteåer Gegend als nach Wåsterbotten (HÖGBOM 1906).

Dass so viele Relikte in Jämtland gefunden worden sind, rührt wahrscheinlich von dem Kalkgrunde in dieser Landschaft her. Einige Arten in Norwegen und Finnland verhalten sich auf ähnliche Weise (*Helix costata*, *pulchella* und *fruticum*). Von grosser Wichtigkeit wäre es, genauer die verschiedenen Reliktenvorkommnisse in der Natur zu studieren, wozu ich hoffe künftighin Gelegenheit zu erhalten.

<sup>1</sup> Man beachte besonders den Verlauf der Juli-Isothermen.

<sup>2</sup> Während des übrigen Teils des Jahres ist dagegen die Temperatur niedriger in Piteå. Eine Tabelle in Högboms obenerwähnter Arbeit zeigt Folgendes:

	Jahres	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	März	April
Haparanda	+ 0,30	— 5,00	— 10,00	— 11,3	— 11,90	— 8,40	— 1,90
Piteå . .	+ 2,00	— 4,30	— 9,00	— 10,1	— 10,10	— 6,40	— 0,10
Umeå . .	+ 1,90	— 3,10	— 7,50	— 8,5	— 8,50	— 5,90	+ 0,00
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	
Haparanda	+ 4,10	+ 11,16	+ 15,00	+ 12,80	+ 7,80	+ 1,40	
Piteå . .	+ 5,30	+ 12,60	+ 15,70	+ 13,60	+ 8,9	+ 2,20	
Umeå . .	+ 5,50	+ 12,30	+ 15,00	+ 13,20	+ 8,6	+ 2,60	

Fossile Arten.<sup>1</sup>*Zonitoides nitidus* MÜLLER.

Die Art ist fossil in Jämtland bei Rösta in atlantischem Wiesenkalk gefunden worden (KJELLMARK 1904). Die Art lebt jetzt in Schweden von Schonen bis nach Medelpad. In Medelpad findet sich eine verkümmerte Form, var. *borcalis* CLESSIN (s. S. 235), sie ist es aber nicht, die fossil in Jämtland gefunden worden ist. In Norwegen ist die Art gemein im südlichen Teil (ESMARK 1886). Sie wird auch für das mittlere Norwegen von WESTERLUND (1897) angegeben. Im südlichen Finnland ist sie gemein, seltener wird sie im mittleren Teil.

Der nördlichste Fundort ist Kuusamo bei 66° n. Br. (LUTHER). Nach LUTHER ist WESTERLUND's Angabe (1897) bezüglich des Auftretens dieser Art in der russischen Finnmark und am Eismeer unrichtig. In Russland geht sie bis nach Petersburg (LUTHER), dem Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885) und Ukraine (WESTERLUND 1893). In Dänemark ist sie gemein. In Grossbritannien geht sie bis 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Im Süden geht sie in Europa bis nach Spanien, Dalmatien und Illyrien (WESTERLUND 1873). Ferner findet sie sich in Algier, Kaukasien, Turkestan und Tibet (WESTERLUND 1890). In Sibirien kommt sie im Gouvernement Tomsk und im Gouvernement Jenisejsk bei 62° 50' n. Br. (WESTERLUND 1885). Sie wird auch für Japan angeführt, was aber von (WESTERLUND 1885) bezweifelt wird. In Amerika findet sie sich von Alabama, Ohio und New-York im Süden bis zum Grossen Sklavensee im Norden (BINNEY 1878). Lebt auch in Alaska.

Fossil ist diese Art (ausser an der erstgenannten Stelle in Jämtland) an folgenden Lokalen gefunden worden: In Schonen im Kalktuff bei Benestad aus der Kiefern- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Wiesenkalk (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff aus der Eichenzone und in Wiesenkalk und Torf (KURCK 1904), bei Sigridslund in Torf (KURCK 1904), bei Mossby in Tuff (NILSSON 1840) und in borealem schwarzem Sand unter dem Torf in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad (WESTERLUND 1874). Auf Gotland ist sie bei Stigstäde in Moorerde (LINDSTRÖM 1886) aus altatlantischer Zeit (SERNANDER 1894), bei Botarfve in subborealem Humus (HALLE) und bei Mölnar in Wiesenkalk und Schwemmsand (WESTERBERG 1887) gefunden worden.

<sup>1</sup> Hierbei habe ich *Pupa alpestris* ALD. var. *shuttlewarthiana* CHARP. die eine Varietät einer über ganz Schweden verbreiteten Art ist, nicht aufgenommen. Es ist dies aus Gründen geschehen, wie sie schon oben angeführt worden sind. Diese Varietät ist fossil in Jämtland am Tyssjön und bei Rösta in atlantischem Wiesenkalk (KJELLMARK 1904) lebend in Schweden aber nur in Schonen und Uppland und ausserhalb Schwedens nur in Dänemark und in der Schweiz gefunden worden.

Diese Art ist somit frühestens in Schweden aus der Kiefernzone und aus borealer Zeit gefunden worden.

*Helix rotundata* MÜLLER.

Ist in Jämtland bei Rösta fossil im Grunde atlantischen Wiesenkalkes (KJELLMARK 1904) gefunden worden. In Schweden lebt sie von Schonen bis Stockholm und ist gemein im südlichen Schweden, seltener im mittleren Teil des Landes. In Norwegen geht sie bis nach Aalesund (ESMARK 1886 und v. MARTENS 1857). In Finnland fehlt sie. In Russland geht sie bis nach Moskau (WESTERLUND 1873). Sie findet sich in ganz Dänemark. In Grossbritannien geht sie bis nach den Shetlandinseln (JOHANSEN 1906). Sie kommt auf Irland, in Frankreich, Spanien, Portugal, Belgien, Holland, Deutschland, der Schweiz, Italien, Österreich, Ungern, Illyrien, auf den Azoren und auf Madeira vor (alles nach WESTERLUND 1873). Ausserdem findet sie sich in Nordafrika (JOHANSEN 1906).

Diese ausgeprägt südliche und charakteristische Art hatte somit eine höchst beträchtlich nach Norden zu verschobene Verbreitung während der warmen Periode. Sie ist möglicherweise von Norwegen aus nach Jämtland eingewandert, da sie jetzt bei Aalesund vorkommt, aber in Schweden nicht weiter als bis nach Stockholm geht. In Schweden ist diese Art fossil ausser in Jämtland in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Eichenzone (KURCK 1901) bei Eskatorp in Humus mit südlichen Pflanzen und in Tuff (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Tuff aus der Eichenzone (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff aus der Eichenzone und in Wiesenkalk (KURCK 1904), bei Sigridslund in Torf (KURCK 1904), bei Hvitaby in Wiesenkalk (KURCK 1904), bei Mossby in Tuff (NILSSON 1840) gefunden worden und bei Sularpsbäcken in Tuff (MOBERG). Auf Gotland ist sie bei Botarfve in atlantischem und subatlantischem Tuff, subatlantischem und atlantischem Wiesenkalk und in subborealem Humus (HALLÉ) gefunden worden.

Diese Art ist also frühestens aus der atlantischen Zeit bekannt.

*Helix costata* MÜLLER.

Über diese Art, welche sowohl fossil wie auch als Relikt in Jämtland gefunden worden ist, wurde bereits früher bei der Behandlung von Relikten berichtet.

*Helix pulchella* MÜLLER.

Sie ist fossil in Jämtland bei Täng in Torf, bei Dille in Wiesenkalk und bei Rösta in subatlantischem Torf, subborealem Torf mit Kiefernstrunken und subatlantischem und atlantischem Wiesenkalk (alles nach KJELLMARK 1901) gefunden worden.

Diese Art lebt jetzt in Schweden von Schonen bis nach Medelpad (63° n. Br.). Im südlichen Norwegen geht sie bis nach Bergen und Dovre (ESMARK 1886, v. MARTENS 1857); sie kommt ausserdem bei Trondhjem



(v. MARTENS 1881), in Nordland bei Tollaa (v. MARTENS 1881) und auf Sydherö (SPARRE-SCHNEIDER) und in Västfinnmarken bei Trondenaes und Tromsö (ESMARK und HOYER). Ist möglicherweise Relikt an den Lokalen nördlich von Dovre. Es wird dies auf Grund von SPARRE-SCHNEIDER's Angabe, dass sie auf Sydherö beinahe ausschliesslich auf Kalkstein lebt, noch wahrscheinlicher. In Finnland findet sie sich im süd-östlichen Teil des Landes und in Österbotten nördlichst bei Kiiminki (LUTHER). In Russland geht sie bis nach Petersburg (LUTHER) und dem Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885). Sie kommt in Dänemark vor. In Grossbritannien geht sie bis ca. 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Sie findet sich in ganz Mittel- und Südeuropa, in Algier, auf den Azoren, Madeira und den Kanarischen Inseln, in Kaukasien und Tibet (alles nach WESTERLUND 1873); ausserdem im westlichen Asien (WESTERLUND 1890); in den ostsibirischen Gouvernements Jenisejsk (56° n. Br.) und Irkutsk und im Amurgebiet (WESTERLUND 1885). In Nordamerika kommt sie von Florida, Neu-Mexiko und Arizona bis nach dem östlichen Kanada (BÖNNEY) sowie auf den Bermuda-Inseln (WESTERLUND 1873) vor.

Fossil ist diese Art (ausser in Jämtland) in Schonen im Kalktuff bei Benestad aus der Kiefern- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Torf (KURCK 1904), bei Mellby in Tuff aus der Eichenzone und in Wiesenalk und Torf (KURCK 1904), bei Sigridslund in Tuff, Torf und Wiesenalk (KURCK 1904), bei Hvitaby in Wiesenalk und Torf (KURCK 1904), bei Mossby in Tuff (NILSSON 1840), in borealem schwarzem Sand unter dem Torf in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad (WESTERLUND 1874) und bei Tullstorp in Schwemnton. Diese liegt unter schwarzem Humus von älterer Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906). Auf Gotland ist sie bei Mölner in Wiesenalk (WESTERBERG 1887), bei Stigstäde in Moorerde (LINDSTRÖM 1886) aus atlantischer Zeit (SERANDER 1894), bei Ganviken in einer marinen Schicht von der Littorinazeit (LINDSTRÖM 1886) und bei Botarfve in subatlantischem Tuff, in atlantischem Tuffsand mit Wiesenalk, atlantischem und subatlantischem Wiesenalk und in sub-borealem und subatlantischem Humus (HALLE) gefunden worden.

Sie ist somit frühestens aus der Kiefernzone und aus borealer Zeit bekannt.

### *Helix aculeata* MÜLLER.

Ist fossil in Närke bei Berga in atlantischem Kalktuff (KJELLMARK 1897) gefunden worden. Die Art lebt jetzt in Schweden von Schonen bis nach Stockholm, fehlt aber in Närke (KJELLMARK 1897). Ihre Nordgrenze geht über Hallandsås, Mösseberg, Ömberg, Kålmården und Stockholm (WESTERLUND 1873). In Norwegen findet sie sich nur im südlichen Teil bei Ramble und Brevik (am letzteren Ort var. *sublacvis* nach ESMARK 1886). In Finnland kommt sie nur im südwestlichsten und süd-

östlichsten Teil des Landes (LUTHER) und in Russland nur in Kurland und bei Moskau (LUTHER)<sup>1</sup> vor. Sie geht in Dänemark ungefähr bis zum 57 n. Br. (JOHANSEN 1906) und in Grossbritannien bis 57—58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Lebt auf Irland (STELFOX). Sie findet sich in Deutschland, Belgien, Frankreich, Portugal, der Schweiz, Italien, Österreich, Ungarn, Algier und auf den Azoren (alles nach WESTERLUND 1873). Ausserdem kommt sie in Marokko und Kaukasien (WESTERLUND 1890) vor.

Fossil ist sie in Schweden (ausser an dem früher genannten Lokal in Närke) in Schonen im Kalktuff bei Benestad in der Eichenzone (var. *sublaevis* WESTERLUND KURCK 1901), bei Eskatorp im Tuff (KURCK 1904) und bei Mellby in Tuff aus der Eichenzone und in Wiesenalk (KURCK 1904) gefunden worden.

Sie ist also frühestens aus der Eichenzone und aus atlantischer Zeit bekannt.

*Helix fruticum* MÜLLER.

Bezüglich dieser Art, welche sowohl fossil wie auch als Relikt in Jämtland vorkommt, sei auf des Vorhergehende verwiesen.

*Helix striata* MÜLLER.<sup>2</sup>

Fossil bei Botarfve auf Gotland in mit Humus gemischtem Wiesenalk mit Tuffstücken subatlantischen Alters (HALLE) gefunden.

Diese Art ist in Schweden lebend nur auf Öland angetroffen worden. Sie fehlt in Norwegen, Finnland, Russland, Dänemark und Grossbritannien. Sie kommt in Deutschland, Frankreich,<sup>3</sup> Spanien<sup>3</sup> (Katalonien und Valencia), Österreich, Ungarn und Bulgarien<sup>3</sup> vor (alles nach WESTERLUND 1873). Sie ist in Schweden an keiner anderen Stelle als bei Botarfve fossil gefunden worden.

Eigentümlich ist, dass diese ausgeprägt südliche Form während subatlantischer Zeit in nördlicheren Gegenden lebte als jetzt.<sup>3</sup>

*Buliminus obscurus* MÜLLER.

Diese Art ist fossil bei Skultorp in Wästergötland gefunden worden, lebt jetzt aber nicht mehr dort. Da sie als Relikt (in Närke) vorkommt, habe ich bereits oben über die Art berichtet.

*Pupa angustior* JEFFREYS.

Findet sich fossil in Närke, fehlt aber jetzt dort. In Jämtland kommt sie sowohl fossil wie auch als Relikt vor. Vgl. im übrigen den Bericht über Relikte!

<sup>1</sup> WESTERLUND (1873) verzeichnet sie auch für Kiew.

<sup>2</sup> Diese Art ist jedoch in HALLE's Abhandlung, wo sie wie die übrigen Mollusken von C. A. WESTERLUND bestimmt ist, mit Fragezeichen versehen.

<sup>3</sup> Diese Länder werden von WESTERLUND 1890 nicht genannt.

*Pupa muscorum* MÜLLER (Hauptart).

Fossil in Jämtland bei Täng in Torf (KJELLMARK 1904), bei Dille in Wiesenkalk (KJELLMARK 1904), bei Rösta in subatlantischem und atlantischem Wiesenkalk und in subatlantischem Torf (KJELLMARK 1904) und bei Filsta und Näset in Tuff (SERNANDER 1890-1891) aus atlantischer Zeit (SERNANDER 1899) gefunden. Zu bemerken ist, dass es die Hauptart ist, die fossil in Jämtland gefunden worden ist und nicht var. *lundströmi* WESTERLUND, welche eine nördliche Verbreitung hat (Uppsala, Jämtland, Lofoten, Island, Gouvernement Jenisejsk in Sibirien bei 66–69° 25' n. Br.) (letztere Angaben nach WESTERLUND 1885).

Sie lebt nun in Schweden von Schonen bis zum Funäsdalsberget in Härjedalen.<sup>1</sup> In Norwegen geht sie bis nach Vardö (ESMARK und HOYER)<sup>2</sup>. Geht im westlichen Finnland nicht weiter nördlich als bis nach Nystad, findet sich aber ausserdem am Weissen Meer bis nach Ponaj auf der Halbinsel Kola (LUTHER). Da sich diese Art in Finnland beinahe ausschliesslich nur an die Küsten hält, so meint LUTHER, dass sie von Norwegen aus nach dem Weissen Meer gekommen ist. Sie geht in Russland bis nach Petersburg (LUTHER), dem Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885) und der Ukraine (WESTERLUND 1873). Kommt in ganz Dänemark vor. Sie findet sich ausserdem in Grossbritannien bis zum Moray Firth, in Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich, Nordspanien, der Schweiz, Italien, Österreich, Ungarn, Algier und Marokko (alles nach WESTERLUND 1873). Kommt auch auf Irland (STELFOX), in Turkestan (WESTERLUND 1890), Sibirien (Gouvernement Tomsk und Irkutsk (WESTERLUND 1885), im Amurgebiet (WESTERLUND 1885) und in Nordamerika in Nevada, Colorado, Newyork, Vermont, Maine und auf den Inseln in der St. Lawrencebucht (BINNEY) vor.

Da sich diese Art in ganz Norwegen findet, so ist es denkbar, dass sie von dort aus nach Jämtland eingewandert ist.

In Schweden ist sie (ausser in Jämtland) an folgenden Lokalen gefunden worden. In Schonen im Kalktuff bei Benestad aus der Kiefern- und Eichenzone (KURCK 1901), bei Kiviks-Esperöd in Humus (KURCK 1904), bei Sigridslund in Tuff und Torf (KURCK 1904), bei Toppeladugård in Torf aus dem spätglazialen Temperaturmaximum (HOLST 1906, JOHANSEN 1906), bei Bjäresjöholm im unteren Moränenton (HOLST 1907) und bei Tullstorp in Schwemnton. Diese liegt unter schwarzer Humus von älterer Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906). Auf Gotland ist sie fossil bei Tofta in Humus aus der Ancyluszeit (SERNANDER 1894) und bei Botarfve in atlantischem und subatlantischem

<sup>1</sup> NILSSON (1822) giebt an, dass sie sich von Schonen bis nach Lappland findet, WESTERLUND (1897) aber sagt, dass das genannte Lokal in Härjedalen das nördlichste ist, das er kennt.

<sup>2</sup> Es ist möglich, dass eine Verwechslung mit var. *lundströmi* im nördlichen Norwegen stattgefunden hat. SPARRE-SCHNEIDER giebt an, dass die auf Sydherö in Nordland (Nordland, Finnmark) gefundenen Exemplare sich dieser Varietät nähern.

Wiesenkalk, subborealem und subatlantischem Humus und subatlantischem Tuff (HALLE) gefunden worden; in Westergötland bei Mariesjö in Tuff mit *Betula nana* aus der arktischen Periode (HULTH) und bei Skultorp in Wiesenkalk (HULTH), sowie in Närke bei Berga in subatlantischem Tuff (KJELLMARK 1897).

In Widerspruch mit der Verbreitung dieser Art befindet sich das Vorkommen bei Mariesjö in Tuff mit *Betula nana* aus der arktischen Periode. Hinsichtlich des Vorkommens bei Toppeladugård siehe S. 267 und hinsichtlich des Vorkommens bei Bjärsjöholm S. 268.

Im übrigen ist diese Art frühestens aus der Kiefernzone und der Ancycluszeit bekannt.

*Pupa substriata* JEFFREYS.

Ist sowohl fossil wie auch als Relikt in Jämtland gefunden und deshalb bereits früher behandelt worden (siehe S. 238).

*Pupa substriata* JEFFREYS var. *monas* WESTERLUND.

Ist fossil in Jämtland bei Täng in Wiesenkalk und Torf, am Tyssjö und bei Rösta in atlantischem und subatlantischem Wiesenkalk und subatlantischem Torf (KJELLMARK 1904) gefunden worden. In Schweden ist sie lebend in Blekinge, Wästergötland und Östergötland gefunden worden; in Norwegen bei Molde. Sie kommt ausserdem in Württemberg vor (WESTERLUND 1890).

*Pupa genesii* GREDL.

Ist fossil in Jämtland bei Rösta in atlantischem und subatlantischem Wiesenkalk sowie subborealem und subatlantischem Torf, bei Dille in Wiesenkalk, bei Täng in Wiesenkalk, Torf und Tuffblock (alles nach KJELLMARK 1904) und bei Östersund gefunden worden, wo sie von ERLAND NORDENSKIÖLD nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. KJELLMARK angetroffen wurde. Dieses letztere Lokal ist nach KJELLMARK das, welches WESTERLUND 1907 als Fundort für lebende Exemplare der Art angibt, was demnach unrichtig ist.

Lebend ist sie in Schweden in Wästergötland (WESTERLUND 1897) gefunden worden, und ausserdem geht sie nordwärts bis nach Dalarne (ERLAND NORDENSKIÖLD nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. KJELLMARK). Sie ist im übrigen nur in Tirol gefunden worden (WESTERLUND 1890).

Ausser in Jämtland ist die Art in Schweden fossil in Schonen bei Örup in Kalktuff (KURCK 1904), bei Benestad in Kalktuff und Wiesenkalk (KURCK 1901), bei Mellby in Sand (KURCK 1904) und bei Toppeladugård in Torf (HOLST 1906) aus dem spätglazialen Temperaturmaximum gefun-

den worden. WESTERLUND'S Angabe 1897, dass sie fossil bei Petersborg in Schonen gefunden sei, ist dagegen nach KURCK 1904 unrichtig.

Es ist nicht völlig sicher, dass die Abwesenheit dieser Art in Jämtland in der heutigen Zeit auf einer Klimaänderung beruht, und dass ihr Vorkommen bei Toppeladugård einen weiteren Beweis für ein temperiertes Klima liefert. Sie ist nämlich in Tirol in 1500 m. Höhe ü. d. M. gefunden worden, und sie fehlt<sup>1</sup> jetzt in Schonen. H. MENZEL sagt in HOLST'S Abhandlung über die spätglazialen Schichten bei Toppeladugård (1906), dass die Art alpin und hochnordisch ist. Für die letztere Ansicht findet sich kein Grund, denn die Art ist, wie erwähnt, lebend nicht nördlich von Dalarne gefunden worden. Vermutlich stützt sich MENZEL auf WESTERLUND'S irrtümliche Angabe betreffs ihres Vorkommens bei Östersund. Möglich ist, dass sie in allgemeinem Aussterben begriffen ist, denn sie ist fossil in Deutschland (wo sie jetzt fehlt) in Löss und anderen älteren quartären Ablagerungen (KURCK 1901) gefunden worden. Wäre sie eine glaziale Form, so müsste man sie als Relikt in Wästergötland aus einer kälteren Zeit auffassen.

*Succinea oblonga* Drap. var. *impura* HARTMAN.

Fossil in Jämtland bei Rösta in subatlantischem Wiesenalk (KJELLMARK 1904).

Die Varietät hat lebend die gleiche Verbreitung wie die Hauptart (siehe S. 241) und findet sich ausserdem in Schonen. Kommt auch in Dänemark vor. Sie kann möglicherweise nach Jämtland von Norwegen aus eingewandert sein, da sie sich dort bei Molde findet.

*Physa hypnorum* LINNÉ.

Ist fossil in Jämtland bei Dille in Wiesenalk, am Tyssjön in Wiesenalk und bei Rösta in atlantischem Wiesenalk und subborealem Torf mit Kiefernstrunken (KJELLMARK 1904) gefunden worden.

Die Art lebt in Schweden in Schonen, Blekinge, Gotland, Wästergötland, Östergötland, Närke, Upland, Wästmanland und Dalarne (Säter). Im südlichen Norwegen findet sie sich bei Kristiania, Justöen, Lillesand und Ringebu (ESMARK 1885). In Finnland geht sie bis nahezu 63° n. Br. (LUTHER). In Russland geht sie bis nach Petersburg (LUTHER) und dem Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885). Sie kommt in Dänemark vor. Geht in Grossbritannien bis ca 58° n. Br. (JOHANSEN 1906). Kommt in Deutschland, Frankreich, Spanien, der Schweiz, Österreich und Ungarn (WESTERLUND 1890) sowie auf Irland (STELFOX) vor. In Sibirien findet sie sich im Gouvernement Tomsk, auf dem Altai, im Gouvernement Jenisejsk

<sup>1</sup> KURCK (1904) meint, dass ihre Abwesenheit in Schonen auf der Wanderung der Kiefer nach Norden beruht.

bei  $58^{\circ} 55'$  n. Br., im Gouvernement Irkutsk, auf der Tschuktschenalbinsel bei ca  $65^{\circ} 30'$  n. Br. (var. *picta* KRAUSE) und auf der Taimyralbinsel bei  $73^{\circ} 30'$  n. Br. (var. *polaris* WESTERLUND 1885). Ausserdem kommt sie in der Mongolei (WESTERLUND 1890) und in Nordamerika von Texas und Georgia bis nördlich vom grossen Sklavensee (WESTERLUND 1885) vor.

Die Art ist in Schweden (ausser an den bereits früher genannten Orten in Jämtland) fossil bei Mellby in Schonen in Tuff (KURCK 1904) und bei Tullstorp in Schwemmtun unter schwarzem Humus von der älteren Eisenzeit und über Torferde von unbedeutlich älterer Zeit (HOLST 1906) gefunden worden.

Diese leicht erkennbare Art weist somit eine bedeutende Verschiebung ihrer Nordgrenze auf.

#### *Planorbis vorticulus* TROSCHEL.

Die Art ist fossil in Schonen in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad (WESTERLUND 1874) gefunden worden.

Die Art findet sich jetzt nicht mehr lebend in Schweden. Sie fehlt in Norwegen und Finnland, lebt dagegen jetzt in Dänemark und Norddeutschland (WESTERLUND 1890). Ist die einzige südliche Form, die jetzt in Schweden vollständig ausgestorben ist.

#### *Planorbis albus* MÜLLER. (Hauptart).

Sie ist fossil in Jämtland bei Dille in Wiesenalk (KJELLMARK 1904) gefunden worden. Die Art lebt in Schweden von Schonen bis nach Bollnäs in Hälsingland. Eine nördliche Form (var. *cinctus* WESTERLUND) findet sich in Jämtland und Wärendland, geht in Norwegen bis  $70^{\circ} 10'$  n. Br. (ESMARK und HOYER) und findet sich in der finnischen Lappmark (LUTHER). In Norwegen geht die Hauptart bis Dovre ( $62^{\circ}$  n. Br.). In Finnland ist sie im südlichen Teil gemein. Der nördlichste Fundort ist Jo in Österbotten bei  $65^{\circ}$  n. Br. (LUTHER). In Russland geht sie bis nach Arkangel (LUTHER) und dem Gouvernement Perm (WESTERLUND 1885). Sie findet sich in Dänemark. Geht in Grossbritannien bis  $57^{\circ} 58'$  n. Br. (JOHANSEN 1906). Kommt im übrigen in ganz Mittel- und Südeuropa (WESTERLUND 1873) vor. In Sibirien findet sie sich im Gouvernement Tomsk, im Altaigebiet (var.), im Gouvernement Jenisejsk bei  $60^{\circ} 0' - 69^{\circ} 15'$  n. Br., im Gouvernement Irkutsk? und im Gouvernement Jakutsk? (WESTERLUND 1885). Sie findet sich ausserdem im Amurgebiet (WESTERLUND 1885) und in Nordamerika (WESTERLUND 1885).

Fossil ist die Art (ausser in Jämtland) in Schonen in altatlantischem Torf in der submarinen Ablagerung im Hafen von Ystad gefunden worden (BRUZELIUS, WESTERLUND 1874) und in Wästergötland bei Bjellum in Torf (MUNTHE 1905) von atlantischer Zeit (SERANDER 1908).

*Valvata cristata* MÜLLER.

Diese Art ist sowohl fossil wie als Relikt in Jämtland gefunden worden. In Bohuslän und Dalarne ist sie fossil gefunden worden, obwohl sie jetzt dort nicht lebt. Siehe im übrigen S. 245!

*Anodonta*.

Ist fossil bei Ragunda in Jämtland und bei Umeå gefunden worden, obwohl sie dort nicht mehr lebt. Siehe S. 249!

In diesem Zusammenhange kann auch erwähnt werden, dass Angaben darüber vorliegen, dass einige südliche Arten früher eine bedeutendere Grösse gehabt haben als jetzt. Diese Arten sind *Helix fruticum*, gefunden in Jämtland bei Täng, am Tyssjö und bei Rösta (s. weiter S. 235), *Helix incarnata* aus Mellby in Wiesenalk mit Hasel (s. des weiteren S. 236), *Succinea putris* aus Kalktuff bei Kopparsvik südlich von Wisby (LINDSTRÖM 1868) und *Bythinia tentaculata* aus einem Torfmoor auf Sollerö in Dalarne in lacustrinem atlantischem Schalenton-Schlamm zusammen mit der jetzt in Dalarne ausgestorbenen, südlichen *Valvata cristata* (HEDSTRÖM 1883). Hier ist auch *Acme polita* HARTM. zu erwähnen, eine ausgesprochen südliche Form, die nur in einer Stelle in Schweden (beim Ringsjön in Schonen) gefunden worden ist, und die in Norwegen und Finnland fehlt und sich nur an einigen Stellen in Dänemark findet. Diese Art scheint während der wärmeren Periode eine grössere Verbreitung in Schonen gehabt zu haben, denn sie ist fossil bei Benestad in Kalktuff aus der Eichenzone (KURCK 1901) gefunden worden.

Wahrscheinlich ist, dass alle diese südlichen Arten in den nördlichen Gegenden unter einem wärmeren Klima als jetzt gelebt haben und dann ausgestorben sind, als das Klima sich verschlechterte. Möglicherweise machen *Succinea oblonga* und *Pupa genesii* eine Ausnahme hiervon, da sie auch in südlichen Gegenden im Aussterben begriffen zu sein scheinen (siehe S. 241, 257). Die Arten, die früher grösser als jetzt waren, waren dies wohl auch infolge des wärmeren Klimas.

**Allgemeine Schlussfolgerungen.**

Es gilt nun festzustellen, während welcher Zeit diese Arten ihre nördliche Verbreitung hatten, und aus welcher Zeit die Relikte herkommen.

Nach SERNANDERS nunmehr allgemein angenommener Ansicht finden sich unter den BLYTT-SERNANDERSchen Perioden drei, während welcher ein wärmeres Klima als jetzt sowohl im Sommer als im Winter nach der letzten Vereisung geherrscht hat. Die älteste dieser Perioden, die boreale und die jüngste, die subboreale, sind ausserdem durch ein trockenes Klima ausgezeichnet. Die mittlere, die atlantische, hatte ein feuchtes Klima. Die boreale Zeit entspricht dem späteren Teil der Ancycluszeit. In den Gebieten in Südschweden, wo die STEENSTRUP'sche Schichtenfolge sich zur Anwendung bringen lässt, fällt sie auch mit dem letzten Teil der Kieferperiode und dem ersten Teil der Eichenperiode zusammen. Die atlantische Zeit entspricht der ganzen Zeit der Litorinasenkung und dem grössten Teil der Zeit der Hebung (etwas mehr als 80 % beim Kvarnhalsmoor in Uppland nach SERNANDER 1905). Die Eichenperiode dauerte während dieser Zeit fort. Die darauffolgende subboreale Zeit entspricht wenigstens im nördlichen und mittleren Schweden dem ersten Teil der Fichtenperiode. Die subboreale Zeit entspricht dem Bronzealter.

Aus theoretischen Gründen sollte man da erwarten, dass die behandelten südlichen Arten zuerst in den borealen Ablagerungen auftreten würden, und dies um so mehr, als A. JOHANSEN (1906) nachgewiesen hat, dass die Verbreitung der Land- und Süßwassermollusken von der Sommertemperatur abhängt und nicht von der Wintertemperatur. Wie wir oben gesehen haben, finden sich auch Angaben darüber, dass viele Arten in borealen Schichten angetroffen sind. Dies ist der Fall bei *Zonitoides nitidus* (aus dem Hafen von Ystad), *Helix memorialis* (aus dem Hafen von Ystad), *H. hortensis* (aus dem Hafen von Ystad, Fröjel, Stigstäde, Sandegårda und Skultorp), *H. costata* (von Skultorp), *H. pulchella* (aus dem Hafen von Ystad), *H. fruticum* (von Skultorp), *Pupa genesii* (von Rösta), *Buliminus obscurus* (von Skultorp), *Clausilia laminata* (von Skultorp) und *Succinea oblonga* (von Skultorp). Demnach insgesamt 10 Arten. Von diesen sind *Pupa genesii*, *Buliminus obscurus* und *Succinea oblonga* jetzt in der Gegend einiger ihrer fossilen Fundorten ausgestorben. *Pupa genesii* (Siehe auch S. 257!) lebt jetzt nicht nördlicher als in Dalarne, aber lebte während der borealen Zeit in Jämtland. *Buliminus obscurus* findet sich fossil bei Skultorp, lebt nicht da jetzt, findet sich jedoch als Relikt nördlich von Skultorp (2 Stellen in Närke). *Succinea oblonga* findet sich von borealer Zeit fossil in Wästergötland, wo sie jetzt ausgestorben ist. Sie lebt doch nördlich davon und ist auch in ihrem südlichen eigentlichen Verbreitungsgebiet an einigen Lokalen ausgestorben. *Pupa genesii* und *Buliminus obscurus* sind demnach die einzigen Mollusken, die einen Beweis dafür abgeben, dass ein wärmeres Klima während dieser Zeit in Schweden geherrscht hat. Wahrscheinlich fanden sich damals mehr südliche Arten nördlich von ihrem jetzigen Verbreitungsgebiet, sind aber nicht angetroffen worden, weil die Ablagerungen aus dieser trockenen Periode, wie natürlich, spärlich und mit geringer Mächtigkeit auftreten. Die zahlreichen südlichen Mollusken, die in atlantischen Schichten (Hafen von



Ystad, Stigstäde u. a. Lokale) gefunden worden sind, deuten darauf hin, dass eine südliche Fauna frühzeitig eingewandert ist.

Aus der atlantischen Zeit, aus welcher zahlreiche und mächtige Ablagerungen gefunden worden sind, ist eine grosse Anzahl südlicher Formen bekannt. Es sind *Zonitoides nitidus* (von Stigstäde und Rösta), *Helix hortensis* (von Stigstäde und Skultorp), *H. rotundata* (von Botarfve und Rösta), *H. costata* (von Botarfve, Skultorp, Berga und Rösta), *H. pulchella* (von Botarfve, Stigstäde und Rösta), *H. aculeata* (von Berga), *H. strigella* (von Berga), *H. fruticum* (von Berga und Rösta), *Pupa angustior* (von Berga), *P. substriata* (von Berga), *P. substriata* var. *monas* (von Rösta), *P. pusilla* (von Stigstäde und Berga), *P. muscorum* (von Botarfve, Rösta, Filsta und Näset), *Pupa genesii* (von Rösta), *Clausilia laminata* (von Berga), *Succinea oblonga* (von Stigstäde und Skultorp), *S. arenaria* (von Botarfve), *Carychium minimum* (von Botarfve, Skultorp, Berga und Rösta), *Planorbis corneus* (aus dem Hafen von Ystad), *P. carinatus* (von Snoder, Stigstäde und Hornborgasjön), *P. albus* (aus dem Hafen von Ystad und aus Bjellum), *Physa hypnorum* (von Rösta), *Valvata cristata* (aus dem Hafen von Ystad, von Helsingborg, Stigstäde, Sollerön, Kingsta und Rösta), und *Anodonta* (aus dem Hafen von Ystad, von Helsingborg, Linge, Snoder, Gottersätermossen, Seltorpsjön, Rörken und Ragunda.) Insgesamt also 24 Formen. Von diesen weisen 12 auf eine einstige weitere Verbreitung nach Norden zu hin. Es sind das *Zonitoides nitidus*, *Helix rotundata*, *H. aculeata*, *Pupa angustior*, *P. substriata*, *Pupa genesii*,<sup>1</sup> *Succinea oblonga*,<sup>2</sup> *S. arenaria*, *Physa hypnorum*, *Valvata cristata* und *Anodonta*. Von diesen 12 Arten sind 4 nördlich von ihrem jetzigen Verbreitungsgebiet und bedeutend ausserhalb desselben gefunden worden, nämlich *Zonitoides nitidus*, *Helix rotundata*, *Pupa genesii* und *Physa hypnorum*. Die nördlichste Fossillokale liegen alle in Jämtland. *Zonitoides nitidus* findet sich lebend bis nach Medelpad, *Helix rotundata* bis nach Stockholm, *Pupa genesii* bis nach Dalarne, *Physa hypnorum* bis nach Säter.

Betreffs *Helix aculeata* ist zu bemerken, dass sie fossil in Närke gefunden worden ist. Jetzt fehlt sie dort. Ihre Nordgrenze geht durch Hallandsås, Mösseberg, Omberg, Kolmården und Stockholm (WESTERLUND 1873) und zeigt demnach ein Aufsteigen nach Osten zu. *Pupa muscorum* (Hauptform) ist nicht nördlich von Härjedalen (Funäsdalsberget) gefunden worden. Sie lebte aber in Jämtland während atlantischer Zeit. *Pupa angustior* ist fossil in Närke und Jämtland gefunden worden. Sie findet sich lebend von Blekinge bis nach Södermanland und als Relikt in Jämtland, fehlt aber in Dalsland, Wärmland und Närke. *Pupa substriata* findet sich fossil in Jämtland. Lebend kommt sie von Schonen bis nach Dalarne und Gefle und als Relikt in Jämtland vor. *Succinea oblonga* findet sich fossil in Wästergötland und Jämtland und lebend von Schonen bis nach Wäst-

<sup>1</sup> Siehe auch p. 258.

<sup>2</sup> Ist in allgemeinem Aussterben begriffen.

manland (jedoch nicht Wästergötland), sowie als Relikt bei Arbrå in Hel-singland und in Jämtland. *Succinea arenaria* ist fossil bei Botarfve auf Gotland gefunden worden. In der Gegend dieses Fundortes fehlt sie jetzt. Sie lebt auf Öland und Gotland und als Relikt in Jämtland. *Valvata cristata* ist fossil in Bohuslän, Dalarne und Jämtland gefunden worden. Sie kommt jetzt lebend vor von Schonen bis nach Wästmanland (doch nicht in Bohuslän) sowie als Relikt in Jämtland. *Anodonta* ist fossil bei Ragunda gefunden worden. Sie findet sich lebend von Schonen bis nach Dalarne und als Relikt in Jämtland im Hornsee und in Wästerbotten bei Löfånger.

Ausserden finden sich 5 Arten jetzt nur als Relikte an einigen der Fossillokale. Es sind dies *Helix costata*, *H. pulchella*, *H. fruticum*, *Carychium minimum* und *Valvata cristata*.

In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass zwei Arten, die früher eine bedeutendere Grösse als jetzt hatten, in atlantischen Schichten gefunden worden sind. Es sind das *Helix fruticum* von Rösta in Jämtland (KJELLMARK) und *Bythinia tentaculata* von Sollerö in Dalarne (HEDSTRÖM).

Dass die boreale Zeit durch wärmere Sommer als jetzt ausgezeichnet gewesen ist, ist im allgemeinen nicht bezweifelt worden. Das hat man dagegen gegenüber der atlantischen Periode getan. HÖGEOM hat in »Norrländ» und in einem Vortrag im Geologischen Verein in Stockholm (Geol. Fören. Förhandl., Bd. 29, H. 2) die Ansicht ausgesprochen, dass diese Periode durch ein ausgesprochen maritimes Klima mit einem langen, nicht warmen Sommer und einem relativ milden Winter ausgezeichnet gewesen ist. Ich meine indessen, dass auch die Sommer damals wärmer als jetzt gewesen sind und stütze meine Ansicht auf die nördlichere Verbreitung dieser 12 südlichen Mollusken während dieser Zeit. Die Land- und Süsswassermollusken hängen nämlich in ihrer Verbreitung von der Sommer-temperatur, nicht von der mittleren oder Wintertemperatur ab, wie das A. C. JOHANSEN nachgewiesen hat. Die Nordgrenzen gehen im östlichen Europa weiter nordwärts als im westlichen Europa und in Sibirien noch weiter nordwärts. Es beruht dies darauf, dass die Sommer an den Nordgrenzen ungefähr dieselbe Temperatur haben. Die Wintertemperatur ist dagegen viel niedriger in dem östlichen Teil des Verbreitungsgebietes als im westlichen. Die Nordgrenzen erhalten demnach einen WSW-ONO-Verlauf und fallen in den meisten Fällen mit den Juliisothermen zusammen. Um dies noch weiter zu stützen, will ich hauptsächlich nach JOHANSEN zeigen, wie die Nordgrenzen der 12 atlantischen Arten verlaufen, und welche Julitemperatur dort herrscht. Die Nordgrenze liegt für

#### *Zonitoides nitidus*

im nördlichen Schottland bei ca. 58° n. Br., Temp. ca. 13° C.,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Im Folgenden ist überall die mittlere Temperatur für den Juli gemeint.

im mittleren Norwegen und Schweden bei ca.  $64^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $14^{\circ}$  C.,  
 in Finnland bei ca.  $66^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $14-16^{\circ}$  C.,  
 am Jenissei bei ca.  $63^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $17^{\circ}$  C.;

*Helix rotundata*

auf den Shetlandsinseln bei ca.  $60^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $12^{\circ}$  C.,  
 in Norwegen bei  $62^{\circ} 30'$  n. Br., Schweden bei ca.  $60^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $14^{\circ}$  C.;

*H. aculeata*

in Schottland bei  $57-58^{\circ}$  n. Br., Temp.  $14^{\circ}$  C.,  
 im südlichen Norwegen in Bamble und Brevik (am letzteren Lokal var. *sublaevis*),<sup>1</sup>  
 in Dänemark bei ca.  $57^{\circ}$  n. Br., Schweden bei ca.  $60^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $16^{\circ}$  C. (vgl. hiermit die soeben erwähnte Tatsache, dass in Schweden die Nordgrenze im Westen von Stockholm an durch Kolmården, Omberg, Mösseberg und Hallandsås sinkt. Dies ist ja ein schöner Beweis für das, was hier nachgewiesen werden soll),  
 in Finnland bei ca.  $60^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $16^{\circ}$  C.;

*Pupa angustior*

in Schottland bei ca.  $58^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $13^{\circ}$  C.,  
 in Norwegen bei ca.  $60^{\circ}$  n. Br., Schweden bei ca.  $63^{\circ}$  n. Br., Temp. ca.  $16^{\circ}$  C.;

*Pupa muscorum*

in Grossbritannien bis zum Moray-Firth (WESTERLUND 1873),  
 (in Norwegen bei  $70^{\circ} 29'$  n. Br.), Schweden ca.  $63^{\circ}$  n. Br.,  
 in Finnland, Ponoj auf der Halbinsel Kola, Temp.  $8-10^{\circ}$  C.,  
 am Jenissei bei ca.  $69^{\circ} 30'$  n. Br., Temp. ca.  $12^{\circ}$  C.,  
 im Amur gebiet;<sup>2</sup>

*P. substriata*

in Schottland, Insel Skye, ca.  $57^{\circ} 30'$  n. Br., Temp.  $14^{\circ}$  C.,  
 in Norwegen bei ca.  $63^{\circ}$  n. Br., Schweden ca.  $63^{\circ}$  n. Br., Temp.  $14^{\circ}$  C.,  
 in Finnland bei  $65-66^{\circ}$  n. Br., Temp.  $14-15^{\circ}$  C.;

<sup>1</sup> Die norwegischen Lokale werden von JOHANSEN nicht erwähnt.

<sup>2</sup> Sie wird von JOHANSEN für Island angeführt, dort findet sich aber nur die nördliche Varietät *lundströmi*, weshalb dieses Land ausscheiden muss. Auch an anderen Lokalen können die Angaben möglicherweise oft sich auf diese Varietät beziehen, wodurch die Ausnahmestellung der Art sich erklärt. Ganz sicher sind daher auch die norwegischen nördlichen Lokale auf die Var. *lundströmi* zu beziehen. Vgl. SPARRE-SCHNEIDER.

*ba genesii*

Da diese Art weder westlich noch östlich von Schweden vorkommt, kann sie über diese Frage keine Auskünfte liefern.

*cinca oblonga* (incl. *S. arenaria*)

in Schottland bei ca. 56° n. Br., Temp. ca. 13° C.,  
in Norwegen bei ca. 61° n. Br., Schweden bei 63—64° n. Br., Temp.  
15—16° C.,  
am Jenissei bei 70° 39' n. Br., Temp. 10—12° C.;

*ysa hypnorum*

im nördlichen Schottland bei ca. 58° n. Br., Temp. ca. 13° C.,  
in Norwegen bei ca. 60° n. Br., Schweden bei ca. 60—61° n. Br.,  
Tem. 15—16° C.,  
in Finnland bei ca. 63° n. Br., Temp. 14—16° C.,  
in Sibirien am Taimyrsee bei 73° 30' n. Br., am Jenissei bei ca. 72°  
n. Br., Temp. ca. 4° C.,  
auf der Tschuchen-Halbinsel bei ca. 65° 30' n. Br., Temp. ca. 6° C.;

*akata cristata*

auf den Orkneyinseln bei ca. 59° n. Br., Temp. ca. 13° C.,  
in Norwegen bei 60—61° n. Br., Schweden bei ca. 63° n. Br., Temp.  
14—15° C.,  
in Finnland bei ca. 65° n. Br., Temp. ca. 14—16° C.,  
in Sibirien bei Beresow am Ob bei ca. 63° n. Br., Temp. 16° C.,  
auf Kamschatka bei 53—56° n. Br., Temp. 12—16° C.;

*nodonta*

im nördlichen Schottland bei ca. 58° n. Br., Temp. ca. 13—14° C.,  
in Norwegen bei ca. 60° n. Br., Schweden bei 63—64° n. Br., Temp.  
15—16° C.,  
in Finnland im Westen ca. 66°, im Osten ca. 64° n. Br.,  
bei Archangelsk bei ca. 64° 30' n. Br., Temp. 14—16 C.,  
am Ob bei ca. 55 n. Br., am Jenissei bei ca. 61° 40' n. Br., Temp.  
18—20 C.,  
auf Kamschatka zwischen 53 und 56 n. Br., Temp. 18—20 C.

Wir sehen demnach, dass die Nordgrenzen im allgemeinen nach Osten zu aufsteigen, und dass die Julitemperatur an den Nordgrenzen ungefähr die gleiche ist. Bekanntlich ist die Wintertemperatur dagegen niedriger an den östlichen Fundorten als an den westlichen und die mittlere Jahrestemperatur daher auch viel niedriger an den ersteren. Die Mollusken in Sibirien sind auch nicht länger als im westlichen Europa, dass HÖGBOMS Ansicht betreffs längerer Sommer ihr Vorkommen dort nicht erklären kann. Alle Arten finden sich weit verbreitet in West-

europa, so dass man nicht einwenden kann, dass sie ihre klimatische Nordgrenze noch nicht haben erreichen können. Ferner ist die Molluskenfauna dort wohlbekannt, so dass es nicht wahrscheinlich ist, dass sie weiter nordwärts in Westeuropa anzutreffen sein werden. Schliesslich ist keine Art (ausser *Succinea oblonga* und möglicherweise *Pupa genesii*) in allgemeinem Aussterben begriffen. Hieraus folgt, dass alle 12 Arten in ihrer Verbreitung durch die Sommertemperatur bestimmt sind, und ihr Vorkommen in atlantischen Schichten in Gegenden, wo sie jetzt nicht leben, muss demnach zeigen, dass dort einst wärmere Sommer als jetzt geherrscht haben.

Aus der subborealen Zeit sind folgende Arten bekannt: *Zonitoides nitidus* (Botarfve), *Helix hortensis* (Skultorp und Håga), *H. rotundata* (Botarfve), *H. costata* (Botarfve und Berg), *H. pulchella* (Botarfve und Rösta), *H. fruticum* (Skultorp, Håga und Rösta), *Buliminus obscurus* (Botarfve), *Pupa angustior* (Botarfve), *P. substriata* (Botarfve), *P. muscorum* (Botarfve), *Pupa genesii* (Rösta), *Clausilia laminata* (Berga), *Succinea arenaria* (Botarfve), *Carychium minimum* (Botarfve, Berga und Rösta) und *Physa hypnorum* (Rösta). Demnach insgesamt 15 Arten. Von diesen sind *Pupa genesii*<sup>1</sup> *Physa hypnorum* und *Succinea arenaria* jetzt in einigen den Gegenden ausgestorben, wo sie einst lebten. Die zwei erstere finden sich lebend nordwärts nur bis Dalarne, lebten aber in Jämtland während subborealer Zeit. *Helix pulchella*, *H. fruticum* und *Carychium minimum* sind nur noch als Relikte auf einem Teil der Fossillokale vorhanden.

Auch die Molluskenfauna liefert demnach Beweise für die Richtigkeit der Ansicht SERNANDER'S, dass das warme Klima während subborealer Zeit angedauert hat. Wahrscheinlich ist nur ein geringer Teil der südlichen Formen gefunden worden, da es aber eine trockene Periode war, so bildeten sich Ablagerungen damals in geringerer Ausdehnung.

Der subborealen Zeit folgt die subatlantische,<sup>2</sup> in welcher das Klima feucht und sogar kälter als jetzt war.<sup>3</sup> Während dieser Zeit verschob sich wahrscheinlich die Nordgrenze der Arten nach Süden und einige Arten erhielten sich als Relikte an geeigneten Lokalen, wobei ihr vorher zusammenhängendes Verbreitungsgebiet gesprengt wurde. Es ist klar, dass sie auch in südlicheren Teilen ihres Verbreitungsgebietes einen Einfluss durch die Klimaverschlechterung erfahren werden, wie er u. a. in spärlicherem Auftreten zum Ausdruck kommt. Es zeigt sich denn auch, dass viel weniger Arten in subatlantischen Schichten als in den ihnen an Mächtigkeit und Verbreitung zunächst vergleichbaren atlantischen gefunden worden sind. Diejenigen, die in subatlantischen Ablagerungen gefunden worden sind, sind *Helix hortensis* (Skultorp), *H. rotundata* (Botarfve) *H. costata*

<sup>1</sup> Siehe auch p. 258.

<sup>2</sup> Entspricht der Eisenzeit.

<sup>3</sup> Ebenso wie relikte nördliche Pflanzen aus dieser Zeit gefunden worden sind, meine ich, dass es auch relikte Mollusken giebt. Diese gedenke ich in einem künftigen Aufsatz zu behandeln.

(Botarfve, Berga und Rösta), *H. pulchella* (Botarfve und Rösta), *H. strigella* (Skultorp), *H. fruticum* (Skultorp und Rösta), *H. striata*? (Botarfve), *Pupa substriata* var. *monas* (Rösta), *P. muscorum*, die Hauptart (Botarfve, Berga und Rösta), *P. pusilla* (Skultorp und Berga), *Pupa genesii* (Rösta), *Succinea oblonga* var. *impura* (Rösta) *Succinea arcuaria* (Botarfve) und *Carychium minimum* (Botarfve, Skultorp, Berga und Rösta). Demnach 14 Arten. Von diesen sind *Helix striata*, *H. pulchella*, *Pupa muscorum* (die Hauptart), *P. substriata* var. *monas*, *Pupa genesii* und *Succinea oblonga* var. *impura* an einem Teil ihrer Fundorte jetzt ausgestorben, und *Helix costata*, *H. fruticum* und *Carychium minimum* leben nur noch in der Gegend als relikte. Diese sechs Arten scheinen dem zu widersprechen, dass ein kälteres Klima als jetzt während dieser Zeit geherrscht hätte. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Bestimmung von *Helix striata* (die lebend nur von Öland her bekannt ist) zweifelhaft ist (siehe S. 255), dass *Succinea oblonga* var. *impura* eine Varietät von einer Art ist, die im Aussterben begriffen ist, und die sich als Relikt nördlich von dem subatlantischen Fundorte findet. Die Varietät *monas* von *Pupa substriata* ist wenig beachtet worden; die Hauptform findet sich lebend an ein paar Stellen in der Nähe von Rösta. *Pupa muscorum* (die Hauptart,) die fossil in Jämtland gefunden worden ist, findet sich jetzt zwar nicht in dieser Landschaft, aber nördlichst in Schweden an einem Lokal in Härjedalen und in Norwegen wenigstens hinauf bis zu Trondhjem. *Pupa genesii* schliesslich findet sich in grosser Höhe ü. d. M. in Tirol und ist möglicherweise im Aussterben begriffen.

Da das Klima nach der subatlantischen Zeit sich gebessert hat, so müssen die südlichen Formen in der Gegenwart auf der Wanderung nach Norden begriffen sein, Beweise hierfür sind aber nicht mit Sicherheit bekannt.

Einen Beitrag zur Kenntnis einer Klimaverbesserung, der eine kältere Zeit folgte, liefern einige Mollusken, die von HOLST bei Toppeladugård und Sallerup in Schonen gefunden worden sind (HOLST 1906). HOLST glaubt, dass die hier gefundenen glazialen und temperierten Formen gleichzeitig gelebt haben. JOHANSEN (1906) deutet die Profile so, dass die mittleren Schichten, welche *Anodonta* und Pollen von Kiefer enthalten, während einer Klimaverbesserung gebildet sein sollen, als temperiertes Klima herrschte. Ich halte dies für sehr wahrscheinlich und bin der Meinung, dass das Vorkommen von *Pupa muscorum* in einer der mittleren Schichten bei Toppeladugård noch weiter JOHANSENS Ansicht bestätigt.<sup>1</sup> Betreffs des Vorkommens von *Pupa genesii* in diesen Schichten siehe S. 258.

HOLST führt *Pisidium amnicum* Sallerup an. Er giebt zwar an, wo sie aufzutreten beginnt, aber nicht, ob sie in derselben Schicht wie *Ano-*

<sup>1</sup> Bezüglich dieser Art und einer Reihe anderer ist zu beachten, dass ich in ihnen südlichere Formen sehe, als JOHANSEN es tut. Dies beruht darauf, dass JOHANSEN nicht die nördlichen Varietäten von der Hauptart abgesondert und keine Rücksicht auf Reliktvorkommen genommen hat.

*donta* sich findet. Kommt sie zusammen mit dieser vor, so wäre das ein weiterer Beweis für temperiertes Klima während dieser Zeit.

Es ist bereits erwähnt worden, dass das Vorkommen einiger südlichen Mollusken in spätglazialen Schichten in Widerspruch zu ihrer jetzigen Verbreitung steht. Möglich ist, dass auch diese aus jener Zeit herkommen. Die fraglichen Arten sind *Pupa muscorum* (aus arktischem Kalktuff bei Mariesjö, *Valvata cristata* (aus arktischem Süsswasserton bei Göstafs), *Pisidium henslovianum* (aus arktischem Süsswasserton bei Alnarp) und *Anodonta* (aus der ebenerwähnten Ablagerung und aus spätglazialen Süsswasserton bei Nordanå). Die Fundorte, die nicht in Schonen liegen, sind am wenigsten sicher. Diese Arten müssten während der Klimaverbesserung eingewandert, dann während der kalten Zeit ausgestorben sein, um schliesslich nach dieser wieder einzuwandern.

In interglazialen Sand und Kies bei Glumslöf in Schonen hat ERDMANN (1874—75) eine südliche Art gefunden, welche anzeigt, dass damals ein temperiertes Klima herrschte. Es ist *Pisidium subtruncatum*. Ob dies wirklich eine interglaziale Ablagerung ist, ist nach späteren Untersuchungen in Schonen sehr zweifelhaft.

Schliesslich ist aus präglazialer Zeit eine südliche Mollusk bekannt, die gleichfalls auf temperiertes Klima hindeutet. Es ist *Pupa muscorum*, gefunden von HOLST (HOLST 1907) in unterem Moränenton mit *Dryas* bei Bjäresjöholm in Schonen. Vermutlich stammen die Mollusken und *Dryas* nicht aus derselben Schicht her, da sie verschiedenes Klima verlangen, vielmehr sind sie wohl durch das Inlandseis aus verschiedenen Ablagerungen weggeführt worden. Diese Ablagerungen werden von MUNTHE für spätglazial und aus einer interoszillatorischen Periode stammend angesehen (MUNTHE 1907). Im letzteren Falle könnten sie der Zeit der ebenerwähnten Klimaverbesserung zugewiesen werden.

Bekanntlich sind zahlreiche Tatsachen bekannt, welche angeben, dass ein wärmeres Klima als das der Gegenwart während einer Periode der postglazialen Zeit geherrscht hat. So weiss man, dass zahlreiche südliche Pflanzen früher eine nördlichere Verbreitung gehabt haben. Andere Pflanzen sind ganz oder fast ganz ausgestorben, und wieder andere leben als Relikte nördlich von ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet. Als ein interessantes Zusammentreffen in letztgenannter Hinsicht kann erwähnt werden, dass die nördlichsten Fundorte für *Helix strigella* in der Nähe von Fundorten für relikte Hasel liegen (KURCK 1904). Und wie wir oben gesehen haben (S. 237), kommt *Buliminus obscurus* in den Laubwiesen Hamrarna in Närke zusammen mit Pflanzenrelikten aus borealer und atlantischer Zeit vor. Auch die Meeresfauna in den postglazialen Ablagerungen in Westschweden hat viele südliche Formen, besonders von Mollusken, aufzuweisen, die sich jetzt nicht mehr lebend in Schweden finden, wohl aber in Gegenden mit höherer Meerestemperatur vorkommen. Andere Arten, die früher viel gemeiner gewesen, sind jetzt ziemlich selten. Viele südliche Arten treten jetzt in kleineren Formen auf. Ein wärmeres Klima

scheint während einer Periode der postglazialen Zeit über weite Erdräume hin geherrscht zu haben. Meeresablagerungen mit südlichen Formen aus dieser Zeit sind ausser von Schweden auch von Dänemark, Norwegen, Schottland, Island, dem nördlichen Russland, Sibirien, Spitzbergen, Franz-Josefs Land, Grönland, Labrador, Italien bekannt, und kürzlich hat die schwedischen Südpolarexpedition solche auf Grahamsland gefunden. Es ist zwar nicht bewiesen, dass alle diese Ablagerungen aus gleicher Zeit stammen, es ist aber wohl ebenso wahrscheinlich, dass dies der Fall ist, als dass die Klimaverschlechterung der Eiszeit über die ganze Erde hin zur gleichen Zeit stattgefunden hat.



## Literaturverzeichnis.

- Almgren, O.* »Kung Björns hög» och andra fornlämningar vid Håga. Monografier utgif. af K. Vitt. hist. och antikv. Akad. N:o 1. Stockholm 1905.
- Andersson, G.* Studier öfver torfmossar i södra Skåne. Bih. K. Sv. Vet. Akad. H. B. 15. Afd. 3. Stockholm 1890.
- Andersson, G.* Växtpaleontologiska undersökningar af svenska torfmossar. op. cit. B. 18. Afd. 3. 1893.
- Andersson, G.* Om senglaciala och postglaciala aflagringar i mellersta Norrland. Geol. För. Förh. B. 16. Stockholm 1894.
- Andersson, G.* Svenska växtvärldens historia. Stockholm 1896.
- Binney, W. G.* The terrestrial air-breathing Mollusks of the United States and the adjacent territories of North America. Bull. Mus. Comp. zool Harvard College. Cambridge 1878.
- Bruzellius, N. G.* Om fynden i Ystads hamn. Samlingar till Skånes historia, fornkonst och beskrifning. Tidskrift utgif. af Föreningen för Skånes fornminnen och historia. Lund 1871.
- Clessin, S.* Nordschwedische Mollusken. Malak. Zoolog. Blätter. Cassel 1878.
- Clessin, S.* Aus meiner Novitäten-Mappe. op. cit. 1879.
- De Geer, G.* Beskrifning till kartbladet Lund. Sv. Geol. Unders. Ser. Aa. N:o 92. Stockholm 1887.
- Ekman, S.* Die Wirbeltiere der arktischen und subarktischen Hochgebirgszone im nördlichsten Schweden. Naturw. Unters. Sarjekgebietes in schwedisch Lappland. B. IV. Stockholm 1907.
- Erdmann, E.* Bidrag till frågan om Skånes nivåförändringar. Geol. För. Förh., Bd. 1. Stockholm 1872—74.
- Erdmann, E.* Bidrag till kännedomen om de lösa jordlagren i Skåne. op. cit. B. 2. 1874—75.
- Esmark, B.* Land and Freshwater Mollusca in the arctic regions of Norway. Tromsø Mus. Aarsh. V. Tromsø 1882.
- Esmark, B.* On the land and freshwater Mollusca of Norway. Journ. of Conchology. V. London 1886.
- Esmark, B. und Hoyer, Z. A.* Die Landt- und Süßwassermollusken des arctischen Norwegens. Malak. Zool. Blätter. B. 8. Cassel 1886.
- Halle, Th.* En fossilförande kalktuff vid Botarfve i Fröjels socken på Gotland. Geol. För. Förh. B. 28. Stockholm 1906.
- Hedström, H.* Om hasselns forntida och nutida utbredning i Sverige. op. cit. B. 15. 1893.
- Holmström, L.* Öfversigt af bildningar från och efter istiden vid Klågerup i Malmöhus län. Öfv. K. Sv. Vet. Akad. H. 1873. Stockholm.
- Holmström, L.* Studier öfver de lösa jordlagren vid egendomen Klågerup i Skåne. Geol. För. Förh. B. 18. Stockholm 1896.

- V. O. Bidrag till kännedomen om Östersjöns och Bottniska vikens postglaciala geologi. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 180. Stockholm 1899.
- V. O. De senglaciala lagren vid Toppeladugård. Geol. För. Förh. B. 28. Stockholm 1906.
- V. O. Flintgrufvor och flitgräfvare i Tullstorpstrakten. Ymer. Arg. 26. Stockholm 1906.
- V. O. Preglaciala Dryasförändringar inneslutningar i den undre moränen vid Bjäresjöholm tegelbruk nära Ystad. Geol. Förh. B. 29. Stockholm 1907.
- V. O. och Moberg, Joh. Chr. Om Lommalerans ålder. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 149. Stockholm 1895.
- I. M. Über einige Kalktuffe aus Västergötland. Bull. Geol. Institut. of Uppsala. N:o 7. vol. IV. Part 1 1898. Uppsala 1899.
- A. G. Om elflagringar och nivåförändringar i Norrland. Geol. För. Förh. B. 17. Stockholm 1895.
- A. G. Norrland. Naturbeskrifning. Norrländskt Handbibliotek I. Uppsala 1906.
- A. G. Den postglaciala tidens klimatoptimum. Geol. För. Förh. B. 29. Stockholm 1907.
- A. C. Om den fossile kvartaere molluskfauna i Danmark og dens relationer til forandringer i klimaten. Land- og ferskvandsmolluskfaunaen. København 1906.
- A. C. Om temperaturen i Danmark og det sydlige Sverige i den senglaciala tid. Med. Dansk. geol. For. N:o 12. København 1906.
- K. Några kalktuffer från Axberg i Nerke. Geol. För. Förh. B. 19. Stockholm 1897.
- K. Trapa natans i Nerke. op. cit. B. 21. 1899.
- K. Om några jämtländska kalktuff- och blekeförekomster. op. cit. B. 26. 1904.
- . Om kalktuffen vid Benestad. Bih. K. Sv. Vet. Akad. H. B. 26. Afd. II. Stockholm 1901.
- C. Studier öfver några skånska kalktuffer. Arkiv för Kemi, Mineral. och Geol. B. 1. Stockholm 1904.
- im, G. Gotlands nutida Mollusker. Visby 1868. Skolprogram.
- im, G. Om postglacial sänkning af Gotland. Geol. För. Förh. B. 8. Stockholm 1886.
- g, R. Om svenska insjöfiskarnas utbredning. Med. K. Landbruksstyrelsen. N:o 10. 1899. Stockholm 1899.
- A. Bidrag till kännedomen om land- och sötvattensgastropodernas utbredning i Finland. Acta Soc. pro Fauna et Flora fennica, v. 20. Helsingfors. 1900—01.
- E. von. Über die Binnenmollusken des mittleren und südlichen Norwegens. Malak. zool. Blätter. B. 3. Cassel 1857.
- E. von. Vorlegung einiger von den Gebrüder Krause im nördlichen Norwegen gesammelten Landschnecken. Sitz-Berichte Ges. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 1881. Berlin 1881.
- J. C. Notis om en förekomst af kalktuff vid Sularpsbäcken i Skåne. Geol. För. Förh. B. 30. H. 2. Stockholm 1908.
- H. Om postglaciala aflagringar med Ancyclus fluviatilis på Gotland. Öfv. K. Sv. Vet. Akad. H. Arg. 44. 1887. Stockholm 1887—88.
- H. Om de s. k. glaciala sötvattensbildningarnas i Klägrupstrakten ålder och bildningssätt. Geol. För. Förh. B. 19. H. 3. Stockholm 1893.
- H. Beskrifning till kartbladet Sköfde. Sv. Geol. Unders. Ser. Aa. N:o 121. Stockholm 1905.
- H. Den skånska issjöfrågans innebörd. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 207. Årsbok 1. (1907). N:o 4. Stockholm 1907.
- t, A. G. Om några arktiska växtlämningar i en sötvattenslera vid Alnarp i Skåne. Lunds Univ. Årsskrift. Lund 1870.

- Nathorst, A. G.* Om arktiska växtlämningar i Skånes sötvattensbildningar. Öfv. K. Sv. Vet. Akad. H. Årg. 29. 1872. Stockholm 1873.
- Nathorst, A. G.* Förberedande meddelande om floran i några norrländska kalktuffer. Geol. För. Förh. B. 7. H. 14. Stockholm 1884 och 1885.
- Nathorst, A. G.* Om en fossilförande leraflagring vid Skattmansö. op. cit. B. 15. H. 7. 1893.
- Nilsson, S.* Historia molluscorum terrestrium et fluviatilium Sueciæ. Lundæ 1822.
- Nilsson, S.* Iakttagelser öfver en mergelbädd i södra Skåne. Förh. Skand. Naturf. Möte i Göteborg 1839. Göteborg 1840.
- Odhnér, Nils.* Die Mollusken der Lappländischen Hochgebirge. Naturw. Unters. Sareksgebirges in Schwed.-Lappland. B. IV. Stockholm 1908.
- Post, L. von.* En profil genom högsta litorinavallen på södra Gotland. Geol. För. Förh. B. 25. Stockholm 1903.
- Post, L. von.* Norrländska torfmossesstudier. I. op. cit. B. 28. 1906.
- Sahlén, A. och Smedmark, E. G.* Om snäckmergeln i Walle härad. Afhandling för lektorat. Skara 1859.
- Sandberger, F. von.* Über einige Conchylien aus pleistocänen Kalktuffen Schwedens. Neues Jahrbuch f. Mineral. etc. Jahrg 1893. B. II.
- Sernander, R.* Några bidrag till den norrländska kalktufforan. Botaniska notiser 1890.
- Sernander, R.* Einige Beiträge zur Kalktuffflora Norrlands. Botanisches Centralblatt. B. 48. 1891.
- Sernander, R.* Om Litorina-tidens klimat och vegetation. Geol. För. Förh. B. 15. Stockholm 1893.
- Sernander, R.* Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Akad. Afh. Uppsala 1894.
- Sernander, R.* Zur Kenntniss der kvartären Sängetierfauna Schwedens. Bull. Geol. Instit. of Uppsala. vol. III. 1896—97. Uppsala 1898.
- Sernander, R.* Förmodad postglacial sänkning af södra Finland. Geol. För. Förh. B. 21. Stockholm 1899.
- Sernander, R.* Studier öfver vegetationen i mellersta Skandinaviens fjälltrakter. 2. Fjällväxter i Barrskogsregionen. Bih. K. Sv. Vet. Akad. H. B. 24. Afd. 3. Stockholm 1899.
- Sernander, R.* Bidrag till den västskandinaviska vegetationens historia i relation till nivåförändringarna. Geol. För. Förh. B. 24. Stockholm 1902.
- Sernander, R.* Einige Vertebratenfunde aus schwedischen Torfmooren. Bull. Geol. Instit. of Uppsala. vol. V. Part. 2. 1900. Uppsala 1902.
- Sernander, R.* Flytjord i svenska fjälltrakter. En botanisk-geologisk undersökning. Geol. För. Förh. B. 27. Stockholm 1905.
- Sernander, R.* Hornborgasjöns nivåförändringar op. cit. B. 30. 1908.
- Sernander, R. und Kjellmark, K.* Eine Torfmooruntersuchung aus dem nördlichen Nerke. Bull. Geol. Instit. of Uppsala. vol. II. Part. 2. 1895. Uppsala 1896.
- Sparre-Schneider, J.* Sydherö. Et lidet bidrag til kundskaben om den arktiske skjaergaards malakologiske og entomologiske fauna. Tromsø Mus. Aarsh. 27. Tromsø 1906.
- Stelfox, A. W.* Some notes on the Land and freshwater Mollusca of Galway and district. The Irish Naturalist. vol. 16. Dublin 1907.
- Stolpe, M.* Några ord till upplysning om bladet »Upsala». Sv. Geol. Unders. 31. Stockholm 1869.
- Wallengren, Hans.* Etnologiska föreningen i Lund. Ymer. Årg. 27. Stockholm 1907.
- Welch, R.* *Bythinia leachii*, an addition to the Irish fauna, with some notes on its distribution and also on that of *Planorbis corneus*. The Irish Naturalist. vol. XVII. Dublin 1908.
- Westerberg, A.* Till frågan om Gotlands postglaciala nivåförändringar. Geol. För. Förh. B. 9. Stockholm 1887.
- Westerlund, C. A.* Fauna molluscorum terrestrium et fluviatilium Sueciæ, Norvegiæ et Daniæ. Lund 1873.

- Westerlund, C. A.* Malakologische Studien, Kritiken und Notizen. I. Binnenconchylien in einem schwedischen submarinen Torfmoore. Malak. Zool. Blätter. B. 22. Cassel 1874.
- Westerlund, C. A.* Sibiriens Land- och sötvattens-Mollusker. I. K. Sv. Vet. Akad. Handl. B. 14. N:o 12. Stockholm 1877.
- Westerlund, C. A.* Land- och sötvattens-Mollusker insamlade under Vega-Expeditionen. Vega-Exped. vet. iakttagelser. B. IV. Stockholm 1885.
- Westerlund, C. A.* Katalog der in der paläarktischen Region lebenden Binnenconchylien. Karlshamn 1890.
- Westerlund, C. A.* Synopsis molluscorum extramarinarum Scandinaviæ. Acta Soc. pro Fauna et Flora fennica. vol. 13. N:o 7. Helsingfors 1897.
- Örtenblad, Th.* Om skogarna och skogshushållningen i Norrland och Dalarne. Bihang till Domänstyrelsens berättelse rörande skogsväsendet år 1893. Bidrag till Sveriges statistik. 2. Statens domäner. Stockholm 1894.
- Örtenblad, Th.* Har Norrlands skogsflora erhållit bidrag från Norge? Tidskrift för skogshushållning. Årg. 23. Stockholm 1895.

## Nachtrag.

Nachdem das Manuskript zu dieser Arbeit bereits druckfertig vorlag, habe ich einen Brief von Herrn Dr. K. KJELLMARK erhalten, in welchem er mir seine Ansicht bezüglich des interessanten Profils bei Rösta in Jämtland mitteilt. Er sagt darin Folgendes:


»Als einen Nachtrag zu dem, was ich in meinem Aufsatz *Om några jämtländska kalktuff- och bleckförkomster* (G. F. F., Bd. 26, H. 3, S. 194 ff.) über den interessanten Fundort bei Rösta in Ås gesagt habe, will ich Folgendes mitteilen.

Die an dem fraglichen Fundort angetroffene Schichtenfolge schien auch an mehreren anderen Orten in derselben Gegend, die ich später etwas untersuchte, zu herrschen, so dass sie also nicht für den Ort bei Rösta eigentümlich war.

Es ist meine Überzeugung, dass eine ähnliche Schichtenfolge sich kaum anders als durch die Annahme von abwechselnd feuchteren und trockneren Klimaperioden erklären lässt.

In dem Profil bei Rösta scheint es mir ziemlich klar, dass die Schicht *d* sich während einer Zeit mit dem Klima gebildet hat, wie es die atlantische Periode (nach BLYTT und SERNANDER) charakterisiert, die Schicht *c* dagegen mit ihrer ausgedehnten Baumstrunkschicht kann nur während eines trockneren Klimas entstanden sein, wie dem der subborealen Periode. Die Schicht *b* passt sehr gut zu den mehr hydrophilen Bildungen der subatlantischen Zeit, und die Schicht *a* dürfte eine ziemlich späte Bildung sein, wenn sie auch wohl nicht unter den letztverflossenen Jahrhunderten entstanden ist.

Ich für meinen Teil nehme es als ganz sicher an, dass dies der Entwicklungsgang gewesen ist, und da die Schicht *d* auch in der Hinsicht, dass hier 10 Molluskenarten von südlicherer Verbreitung vorkommen, von welchen 9 lebend nicht aus so weit nördlichen Gegenden in Schweden wie bei Rösta bekannt sind, sich als während eines milderer Klimas als die übrigen Schichten abgesetzt erweist, so bin ich der Ansicht, dass diese Schicht atlantisch ist. Die Schichten *b* und *c* sind meines Erachtens bezw. subboreale und subatlantische Schichten.»



## **The Students Association of Natural Science. Upsala.**

### **Geological and Physico-Geographical Section.**

**Meeting, Februari 5th 1906.**

The following officers were appointed:

A. BYGDÉN, Secretary.

N. ZENZÉN, Editor and Treasurer.

T. G:SON HALLE and P. GEJER, Reviewers.

Mr T. G:SON HALLE gave account of his researches upon a fossiliferous calcareous tufa at Botarfve, Gotland (see Geol. Fören. Förhandl. 1906).

Mr A. BYGDÉN spoke on gneiss granite (the lecture is published in this Bulletin, vol. VII).

**Meeting, Februari 23d 1906.**

Mr L. v. POST gave a detailed account of the evolution of the peat-bogs in Norrland (see Geol. Fören. Förhandl. 1906).

**Meeting, March 15th 1906.**

Mr O. FRÖDIN spoke on the first swedish »kjökkenmödding», found by him and mr HALLSTRÖM at Strömstad (see Ymer 1906).

Mr J. P. GUSTAFSSON hold a lecture on »låganden» (the boundary board) at highmoors.

**Meeting, March 29th 1906.**

Mr C. WIMAN spoke on the Ceratopyge-limestone in the botnian golf, which is found at Limön in the bay of Gefle and as erratic boulders at different places in Upland.

Mr H. NELSON gave a detailed account of his researches upon the fluvioglacial deposits at Riddarhyttan, Västmanland.

Mr O. SJÖGREN demonstrated with photographs and rock specimens some forms of wind- and glacierdenudation on Kirunavaara, Lapland.

**Meeting, April 26th 1906.**

Mr P. GEIJER reviewed MOROZEWICZ' experimental researches upon the formation of minerals in the magma (Tschermaks Mitteil. Bd XVIII).

Mr R. WIDMAN spoke on some experiments with granitic powder as illustrating the composition of some quaternary clays in Sweden (see this number of the Bull.).

**Meeting, Maj 18th 1906.**

Mr G. DE GEER gave a report on the examinations undertaken this last summer of the glacial clay (»hvarfvig lera») in Upland.

Mr A. G. HÖGBOM hold a lecture on the fluvioglacial formations in Norrland.

**Meeting, September 24th 1906.**

The following officers were appointed:

O. SJÖGREN, Secretary.

T. G:SON HALLE and P. GEIJER, Reviewers.

**Meeting, October 4th 1906.**

Mr W. WRÅK spoke on Torne Träsk, Nordalen and Sördalen, giving account of his studies of three different levels in the formation af valleys in the district.

Mr C. BENEDICKS gave an account of a garnet with a considerable percentage of yttrium, and of the formation of sericite (see this Bulletin, vol. VII).

**Meeting, October 24th 1906.**

Mr G. DE GEER gave an account of the examinations of the glacial clay, in the last summer extended from Scania up to the ice-shed.

**Meeting, November 8th 1906.**

Mr C. WIMAN read a paper on the Ceratopyge region in Dalecarlia (see Geol. Fören. Förhandl. 1906).

Mr P. GEIJER spoke on the rocks and ores at Kiruna, with especially regard to the results of the researches during the last years.

Mr O. SJÖGREN gave an account of the glacial geology of the Kiruna region.

**Meeting, November 22d 1906.**

Mr A. G. HÖGBOM read a paper on the climatic optimum in postglacial time, especially in North Sweden.

**Meeting, December 5th 1906.**

Mr L. v. POST spoke on the Ceratopygeregion in »Falbygden», Västertland (see Geol. Fören. Förhandl. 1906).

Mr V. LINDQVIST read a paper on a new section through the rath-lia Scania, at Dompäng.

Mr L. v. POST showed some new acquisitions to the museum.

Mr N. ZENZÉN spoke on old and new theories and observations of the rhyolite in magmas.

**Meeting, Februari 6th 1907.**

The following officers were appointed.

O. SJÖGREN Secretary.

N. ZENZÉN, Editor and Treasurer.

P. GEIJER and S. DE GEER, Reviewers.

**Meeting, Februari 28th 1907.**

Mr K. A. GRONWALL held a lecture on the earlier tertiary strata in Scandinavia and their relations to formations of the same age in the rest of Europe.

Mr J. P. GUSTAFSSON read a paper on »dry»-earth in the Swedish peat-bogs.

**Meeting, March 20th 1907.**

Mr A. G. HÖGBOM spoke on the »thrust problem» in the Scandinavian mountain range.

Mr N. ZENZÉN gave an account of his researches upon the earthquake of the night between the 9th and 10th Januari 1907.

**Meeting, April 11th 1907.**

Mr L. v. POST read a paper on an archæological find, made of him and Mr S. Lindqvist in a peatbog at Frövi in Nerike.



**Meeting, April 25th 1907.**

Mr O. TENOW hold a lecture on the relations existing between the optical characters and the constitution of minerals.

Mr A. G. HÖGBOM gave an account of the calcit-granités in Upland and some others igneous rocks of abnormal constitution.

Mr C. WIMAN reviewed BRANCO: »Die Anwendung der Röntgenstrahle in der Palæontologie».

**Meeting, May 16th 1907.**

Mr O. SJÖGREN read a paper on the region of solifluction in the north-swedish mountains.

Mr O. TENOW showed liquid crystals.

Mr C. WICKSTRÖM showed photographs of geological interest from a journey through Algeria and Italy.

**Meeting, September 27th 1907.**

The following officers were appointed:

O. SJÖGREN, Secretary.

P. GEIJER and S. DE GEER, Reviewers.

Mr A. G. HÖGBOM reviewed Sederholms palingenetic theory.

Mr P. GEIJER read a paper on the »minette» iron ores of Lothringen and Luxemburg, with especially regard to the district of Esch.

**Meeting, October 17th 1907.**

Mr N. ZENZÉN reviewed E. KAYSER »Über Verwitterungserscheinungen an Bausteinen» (N. Jahrb. f. Min. etc. 1907) and an earlier work by Geikie on a similar subject.

Mr O. SJÖGREN spoke on traces of local glaciation in the region of Torne Träsk, shortly after the great glaciation.

**Meeting, October 24th 1907.**

Mr R. HÄGG read a paper on relict molluscs in Norrland (see this vol. of the Bulletin).

Mr S. DE GEER reviewed WILSON »The laurentian peneplain».

**Meeting, November 14th 1907.**

Mr A. G. HÖGBOM spoke on the gravel supply in Upsala.

Mr P. GEIJER showed some specimens of »spotted granite» from Stockholm (see this vol. of the Bulletin).

Mr A. G. HÖGBOM and C. WIMAN gave an account of the thrust phenomena in the region of Offerdal in Jämtland.

**Meeting, November 23th 1907.**

Mr A. BYGDÉN read a paper on orbicular granite (»Kugelgranit»), reviewing the theories of CHROUSTCHEFF, FROSTERUS, BÄCKSTRÖM and especially the theory of VOGT.

Mr SAHLSTRÖM spoke on a drumlin-terrain in Nerike.

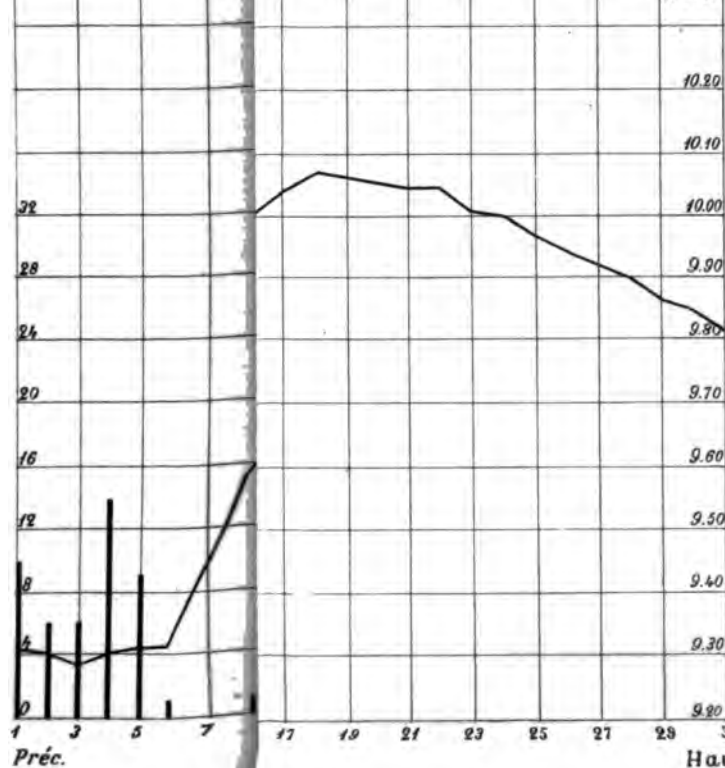
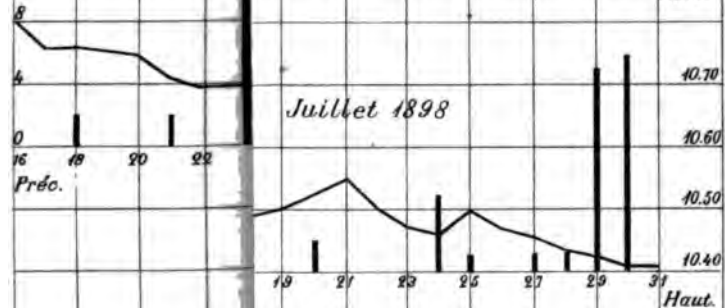
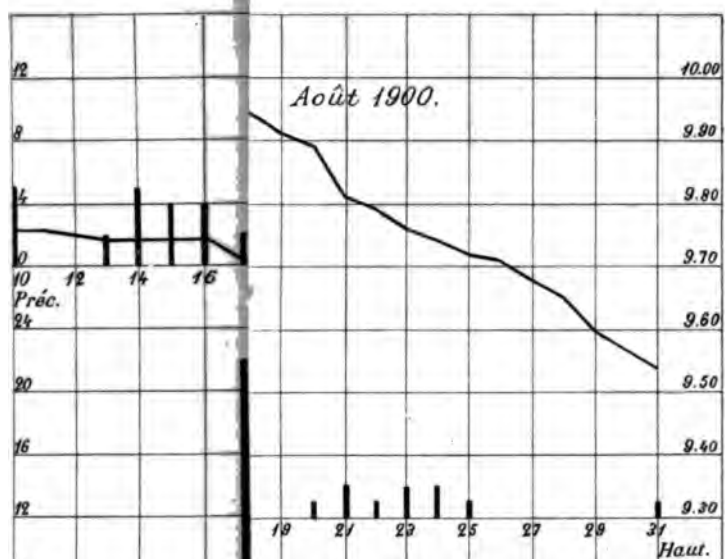
**Meeting, December 8th 1907.**

Mr A. G. HÖGBOM spoke on denudation through glacial streams and on some ice-lake formations in the mountains of southern Jämtland.

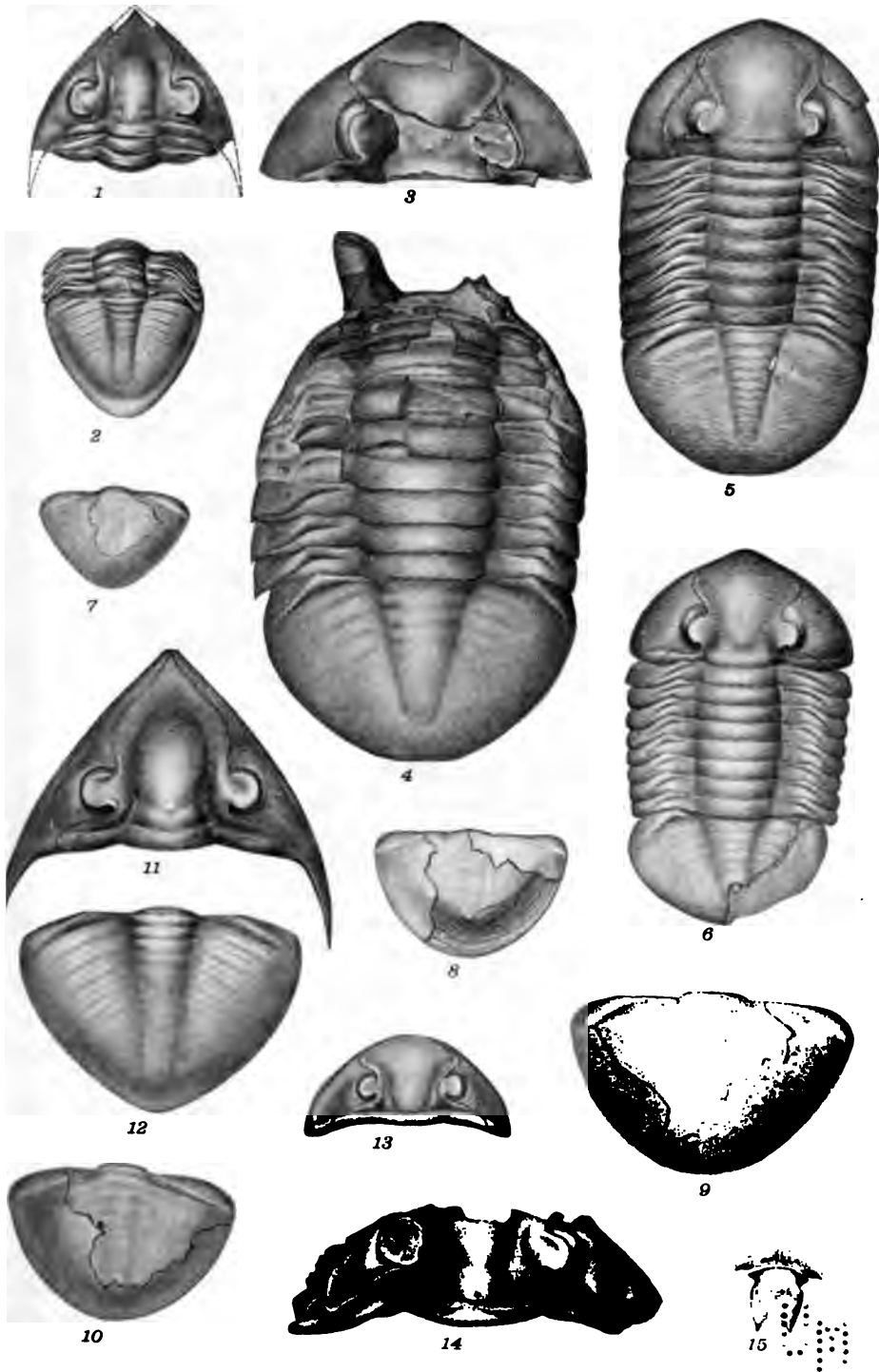
Mr G. DE GEER gave an account of the recession of the last baltic icestream.





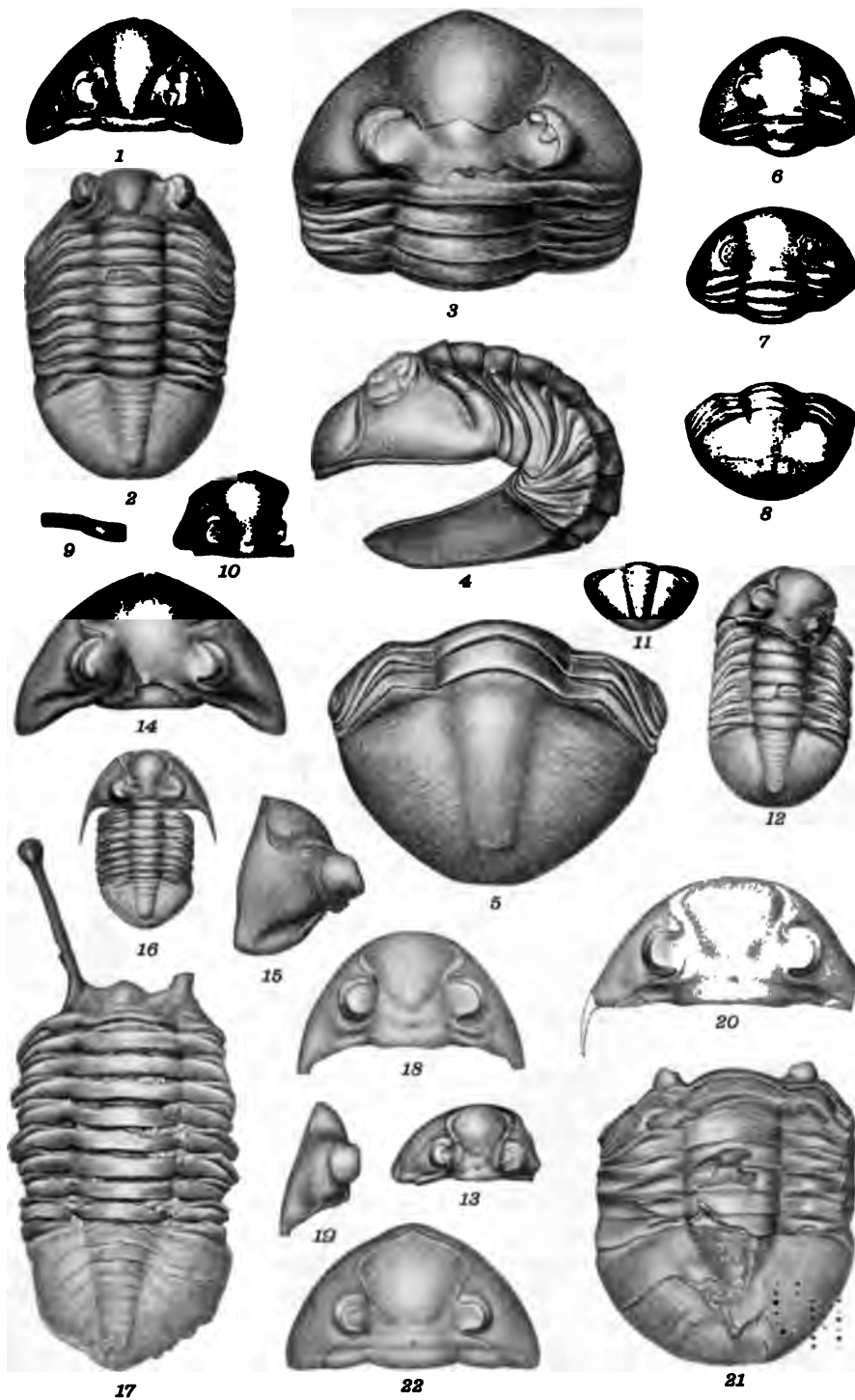






—6, 11—14 Sigr d Ohlsson del.  
—10, 15 M rta Eriandsson del.

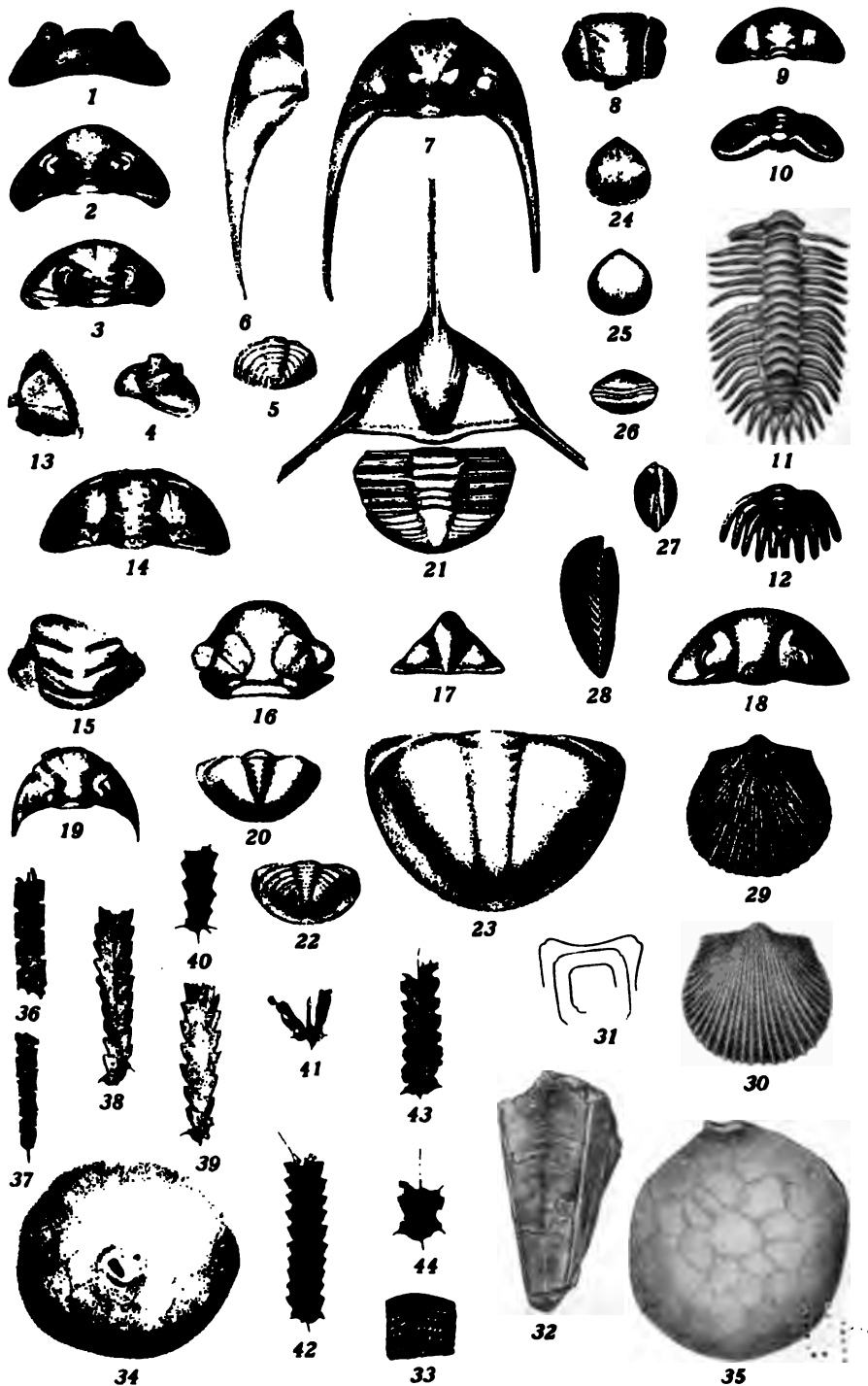




Sigrid Ohlsson del.







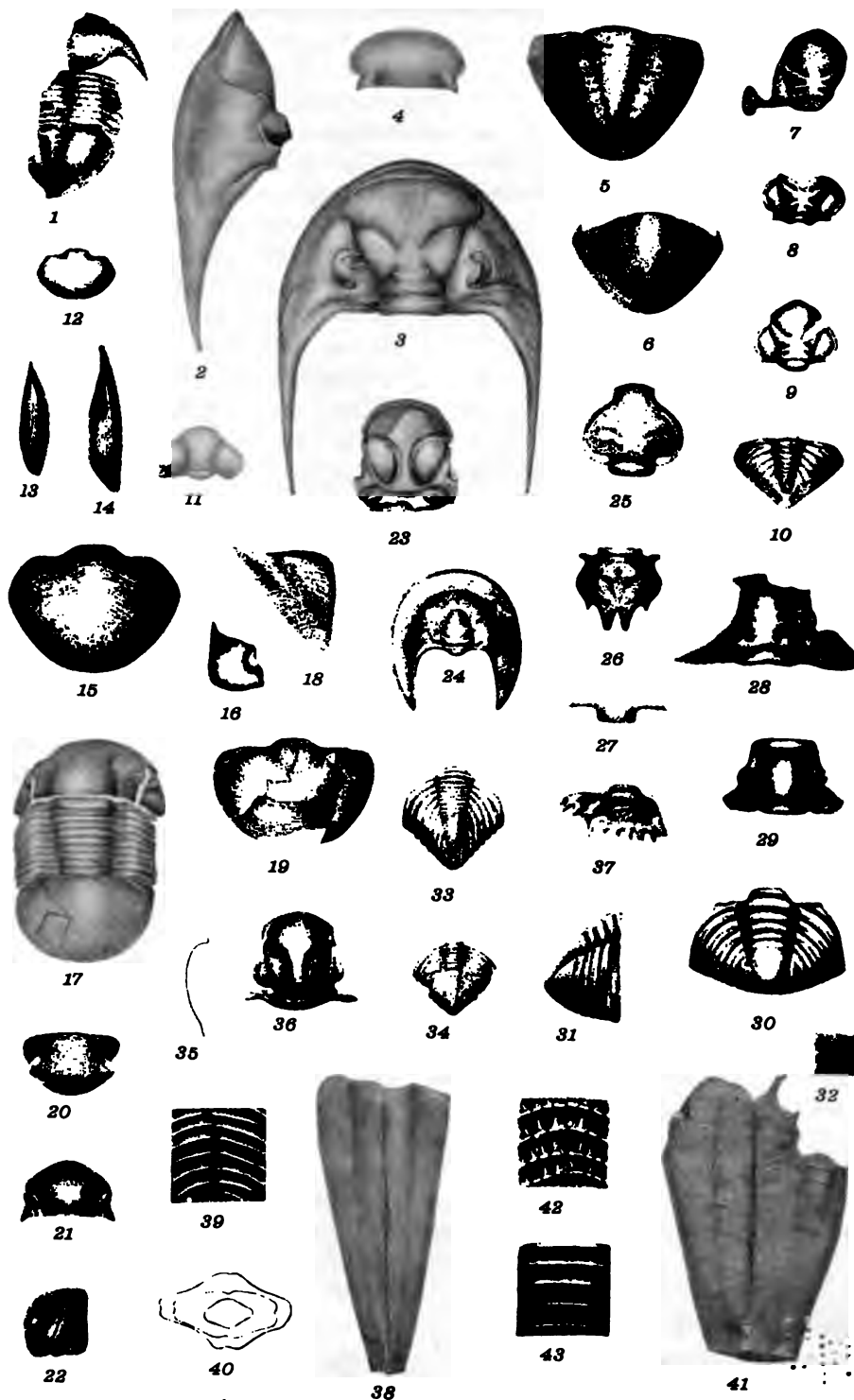
—12, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 31—33 Sigrd Ohlsson del.  
3, 14, 16, 18, 21, 24—30, 34—44 Märta Erlandsson del.

•

•

•

•



1-19, 23-25, 27-37 Sigrid Ohlsson del.  
10-22, 26, 38-43 Maria Erlandsson del.





*Western barranca of Gable Island.*  
Fluvio-glacial deposits covered by a bed of boulder-clay.

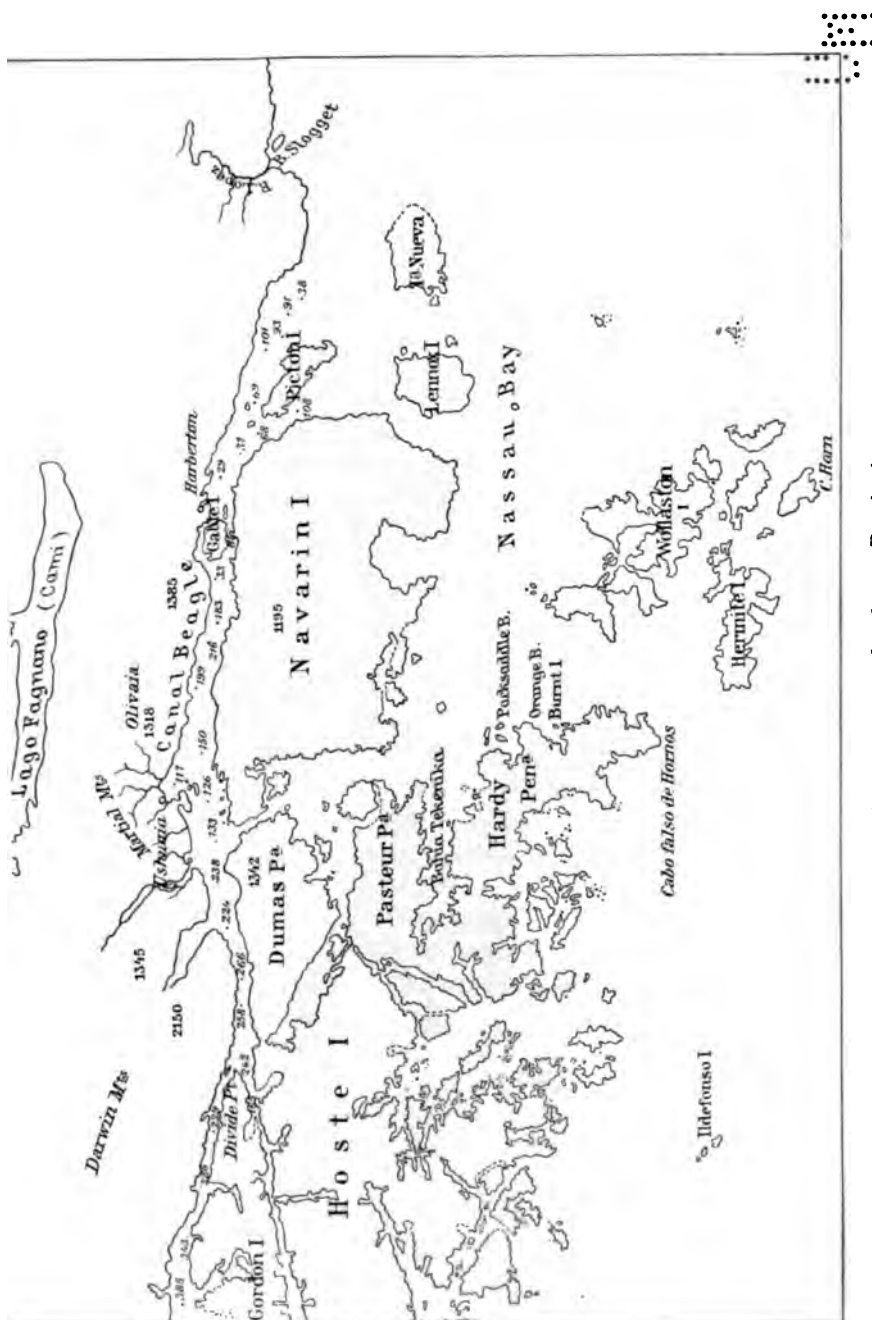




*Fluvio-glacial deposits in the western barranca of Gable Island.*  
Alternating layers of sand and gravel, partly current-bedded.



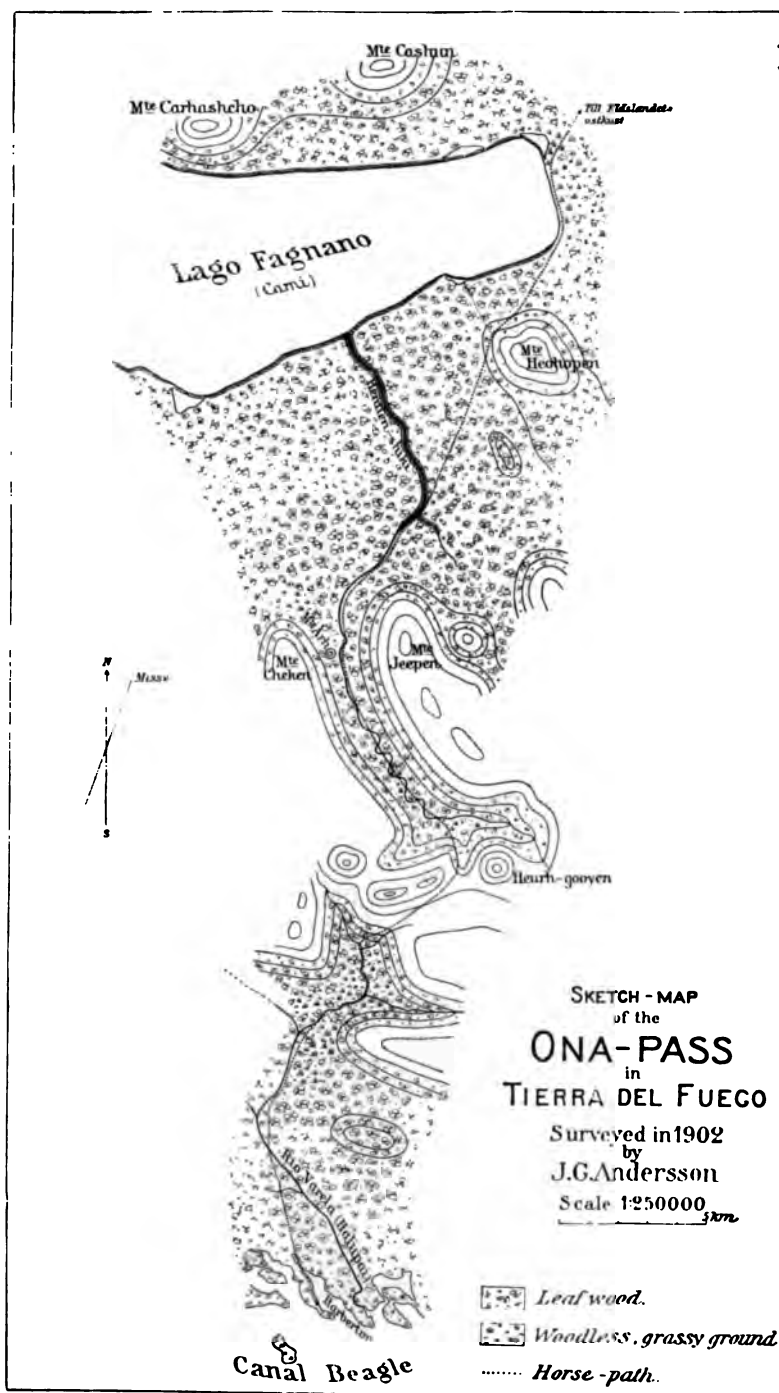




*Southern part of the Fuegian archipelago. Depths in meters.*



.



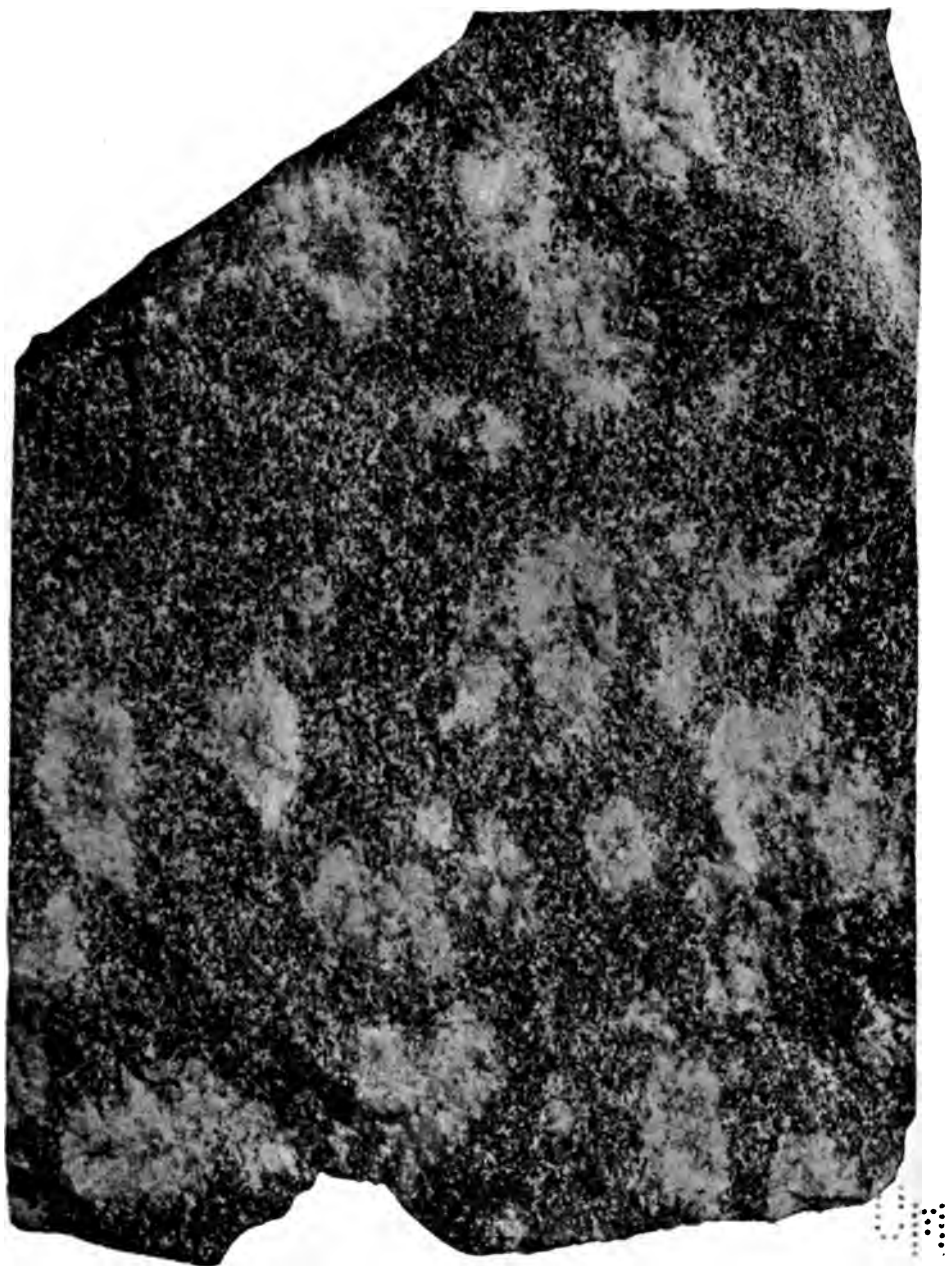




Fleckengranit Typus 1 (Vgl. S. 193). Natürl. Grösse.







Fleckengranit Typus 2 (Vgl. S. 196). Natürl. Grösse.



1

2

3

4



## Table of Contents.

	Page
1. WALLÉN, A. Régime hydrologique du Dalelf (Tafeln 1—4) . . .	1—72
2. WIMAN, CARL. Studien über das Nordbaltische Silurgebiet (Tafeln 5—8) . . . . .	73—165
3. ANDERSSON, J. GUNNAR. Geological fragments from Tierra del Fuego (Tafeln 9—12) . . . . .	169—183
4. WIDMAN, RAGNAR. Experiments with granitic powder to illustrate the composition of some quaternary clays in Sweden . . .	184—189
5. GEYER, PER. Ein Vorkommen von »Fleckengranit« (»granite tacheté« LACROIX) in Stockholm (Tafeln 13—14) . . .	190—198
6. GEYER, PER. Apatitgänge in den Porphyren bei Kiruna . . .	201—213
7. HÖGBOM, A. G. Über einige lamelläre Mineralverwachsungen mit Kalkspat . . . . .	214—228
8. HÄGG, RICHARD. Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden als Beweise für wärmeres Klima während der Quartärzeit . . . . .	229—274
The Students' Association of Natural Science, Upsala, Geological and Physico-Geographical Division . . . . .	275—279

5  
FEB 25 1925

Vol. IX.

1908—09.

No. 17—18.

BULLETIN  
OF  
THE GEOLOGICAL INSTITUTION  
OF  
THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED

BY

HJ. SJÖGREN.

—HON—

UPSALA 1910

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG



BULLETIN  
OF  
THE GEOLOGICAL INSTITUTION  
OF  
THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED  
BY  
HJ. SJÖGREN.

VOL. IX.  
(1908—1909.)



UPSALA 1910  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG



## Table of Contents.

---

	Page
1. TENOW, OLOF A. A. Über zwei neue Vorkommen pyramidaler Calcite . . . . .	1—20
2. BENEDICKS, CARL und TENOW, OLOF. Einfache Methode, sehr ausgedehnte Präparate in polarisiertem Licht zu photographieren. (Tafel I). . . . .	21—23
3. HÄGG, RICHARD. Über relikte und fossile nördliche Binnenmollusken in Schweden . . . . .	24—33
4. WIMAN, CARL. Ein paar Labyrinthodontenreste aus der Trias Spitzbergens. (Tafel II) . . . . .	34—40
5. HÖGBOM, BERTIL. Einige Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen . . . . .	41—59
6. QUENSEL, P. D. On the influence of the ice age on the continental watershed of Patagonia (Plates III—IV) . . . .	60—92
7. HALLE, THORE G. On Quaternary deposits and changes of level in Patagonia and Tierra del Fuego (Plates V—VI) .	93—117
8. SOBRAL, JOSÉ M. On the contact features of the Nordingrå massive (Plate VII) . . . . .	118—128
9. PHILIP, GRETA. On Relics in the Swedish Fauna . . . . .	129—145
10. WARBURG, ELSA. On relics in the Swedish Flora . . . . .	146—170
11. FRIES, THORE. Einige Beobachtungen über postglaciale Regionverschiebungen im nördlichsten Schweden (Tafel VIII) .	171—182
12. NORDENSKJÖLD, IVAR. Der Pegmatit von Ytterby . . . . .	183—228
13. HÖGBOM, A. G. Über einen Eisenmeteorit von Muonionalusta im nördlichsten Schweden (Tafel IX) . . . . .	229—238
The Students Association of Natural Science, Upsala, Geological and Physico-Geographical Section . . . . .	239—242
Liste of exchanges . . . . .	243—251

---





# **I. Über zwei neue Vorkommen pyramidalen Calcite.**

Von

**Olof A. A. Tenow.**

---

Im Sommer 1902 brachte Lic. Fil. O. V. WENNERSTEN an das hiesige Geologische Institut eine Menge schöner Calcitdrüsen vom Kirchspiel Hörsne in Gotland. Diese Drüsen waren reich an Krystallen mit pyramidalen Flächen und ähnelten sehr den von Visby stammenden, welche von Prof. HAMBERG<sup>1</sup> beschrieben sind. Nachdem der Direktor dieses Institutes, Herr Prof. HÖGBOM, im Frühling 1903 zu Dannemora noch einige Ausbildungsformen pyramidalen Calcite gefunden hatte, war er so freundlich, mir die nähere Untersuchung und Beschreibung dieser Calcitfunde zu überlassen.

Ausgenommen einiger älteren Angaben von V. RATH und HESSENBERG, die Calcite mit nur wenig ausgebildeten sehr untergeordneten pyramidalen Formen betreffen, waren pyramidale Calcite bisher nur von fünf Fundorten beschrieben, nämlich:

Von Rhisnes, beschrieben von CESARO,<sup>2</sup>

- » Kopparsvik bei Visby; beschrieben von HAMBERG,<sup>1</sup>
- » Bad Lands, beschrieben von PENFIELD u. FORD,<sup>3</sup>
- » Union Springs, beschrieben von PENFIELD u. FORD,<sup>4</sup>
- » Lyon Mountain, Clinton, beschrieben von H. P. WHITLOCK.<sup>5</sup>

## **Pyramidale Calcite von Hörsne, Gotland.**

Über den Fund im Kirchspiel Hörsne hat mir Lic. O. V. WENNERSTEN gütigst folgenden Bericht gegeben: »Die Krystalle findet man in einem kleinen Gebiete eines Kanals, der im alten Tale des Hörsneflusses gesprengt ist. Dieses Gebiet liegt gerade gegenüber der Kirche und dem Pfarrhause. In der Regel sind die Krystalle in Höhlungen gewachsen, die von Fossilien gebildet sind. Bemerkenswert ist, dass diese Fossilien, die einer Stromatopora nahe stehende Gattung und zum Teil möglicherweise irgend einer Bryozoengattung gehören scheinen, nicht verdrückt sind,

---

<sup>1</sup> Geol. Fören. Förhandl. 1894, Bd XVI, p. 709.

<sup>2</sup> Mem. de l'Acad. roy de Belgique 1886; 38, 1. Ref. Groth Zr. f. Kryst. u. Min. 1888; 13, 431.

<sup>3</sup> Groth Zr. f. Kryst. u. Min. 1900; 33, 513.

<sup>4</sup> » » » » » 1900; 33, 516.

<sup>5</sup> » » » » » 1907; 43, 321.

sondern ihre ursprüngliche Form beibehalten haben. Die Benennung des Lagers, in dem die Krystalle vorkommen, ist gemäss der Serie von LINDSTRÖM Lager »d«, und sie scheinen mir deren jüngsten Teil angehören, da ich sie bei einem Besuche am Orte von einer dünneren Schicht überlagert fand, die wenigstens bei einer oberflächlichen Untersuchung bedeutende Ähnlichkeiten mit der Pterygotusschicht LINDSTRÖMS zeigte».

Die heimgeführten Stufen enthalten, wie vorher erwähnt wurde, eine Menge Höhlungen, deren Wände aus dem Fossil selbst bestehen und mit Calcitkrystallen bedeckt sind, die oft, wie bei dem von HAMBERG beschriebenen Vorkommen, zwei verschiedenen Generationen gehören. Von diesen

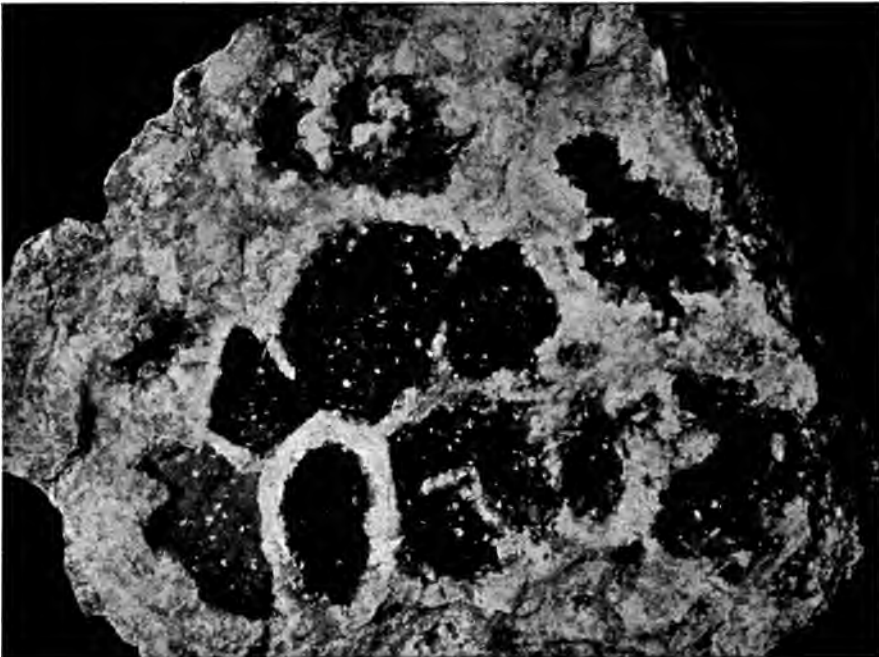


Fig. 1. Calcitdrüsen von Hörsne, Gotland.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

Generationen ist die erste mehr oder weniger von irgend einem bituminösen Stoffe gefärbt. Dieser ist oft kräftig braun mit blauem bis violetttem Schiller, dann und wann gelbbraun mit schwach grünem Schiller, oder nur schwach gelb ohne Schillerfarbe. Die Krystalle der zweiten Generation sind immer ganz farblos.

In jeder Höhlung besitzen die Krystalle derselben Generation gleiche Flächenkombinationen und gleichen Habitus; zwei nebeneinanderliegende Höhlungen können dagegen Krystalle von ganz verschiedenem Habitus zeigen, eine Tatsache, die mir auf verschiedenartige Zusammensetzung der Mutterlaugen in den verschiedenen Höhlungen hinzudeuten scheint. Im Gegensatz zu dem, was HAMBERG über das Vorkommen bei Visby angibt,

liegt die Farbe der Krystalle hier nicht immer nur an der Oberfläche derselben, sondern dringt oft die ganze Masse durch, obschon die Oberfläche wohl die stärkste Färbung zeigt. Im ganzen erhält man den Eindruck, dass die erste Generation des Hörsnefundes aus einer stark bituminhaltigen Lösung krystallisiert hat, die ganz eingetrocknet geworden ist, ehe die zweite Generation sich bildete.

Da, wie vorher erwähnt, nicht nur der Krystallhabitus der ersten Generation in einander naheliegenden Höhlungen ganz verschieden sein kann, sondern auch die Intensität der bituminösen Färbung und die Schillerfarben, muss man annehmen, dass die verschiedenen Höhlungen während der Bildung der ersten Generation ziemlich isoliert von einander und von der Umgebung gewesen sind, und dass der bituminöse Stoff seinen Ur-

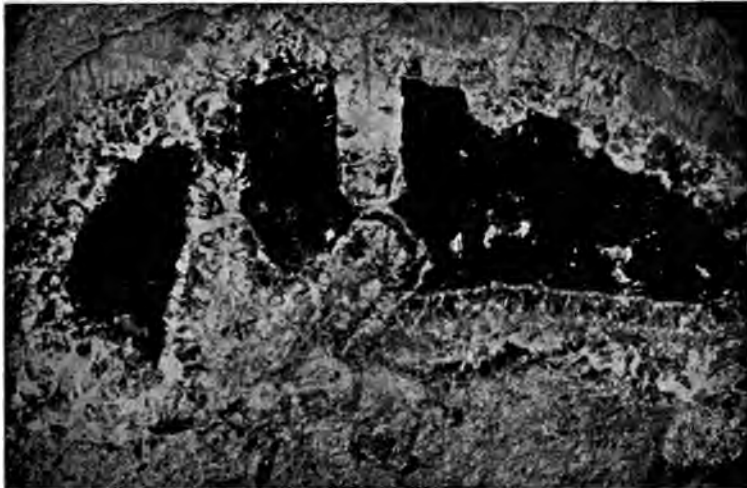


Fig. 2. Calcitrüse von Hörsne, Gotland.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

sprung in demselben Fossil hat, in dem es vorkommt. Diese Auffassung wird auch dadurch bestätigt, dass gemäss einer mündlichen Angabe vom Herrn WENNERSTEN das ganze Lager im übrigen sehr arm an Fossilien ist, so dass bituminöse Stoffe sonst überhaupt kaum vorkommen.

Die zur zweiten Generation gehörigen Krystalle haben alle eine sehr gleichmässige Ausbildung. Nur solche Individuen, die an Krystallen der ersten Generation orientiert angewachsen sind, zeigen eine dieser Orientierung charakteristische und wahrscheinlich von derselben abhängige Ausbildung. Bei der zweiten Generation sind vorzugsweise die flächenreicheren Kombinationen vertreten; auch sind die Flächen oft krumm, obschon völlig glatt, was gemäss VIOLA<sup>1</sup> auf eine nur schwache Übersättigung der Lösung bei der Krystallbildung oder auf die andauernde Berührung der Krystalle

<sup>1</sup> Groth: Zr. f. Kryst. u. Min. 1902; 36,558.

mit ihrer gesättigten Lösung hindeuten soll. Diese Krystalle können demgemäss nicht gern aus Sickerwasser ausgeschieden sein.

Da die Krystalle dieser Generation im allgemeinen nicht exakte Messungen gestatteten, und da sie im übrigen vollständige Übereinstimmung mit den Calciten von Kopparsvik bei Visby zu zeigen scheinen, die auch zu einer zweiten Generation gehören und von HAMBERG beschrieben sind, habe ich mich damit begnügt, nur einen aufgewachsenen Krystall und zwei Typen Zwillinge, die vorher nicht beschrieben waren, vollständig durchzumessen.

Nachfolgendes Schema gibt eine Übersicht der in den verschiedenen Höhlungen am häufigsten vorkommenden Kombinationen.

Erste Generation	Zweite Generation
1 a. Rhomboeder — $\frac{1}{8} R = (013\bar{1}38)$ , an der Spitze mit gefurchter Vicinalfläche — $\frac{1}{2} R = (0778)$ ? Die Krystalle sind bedeckt mit braunem Bitumen von blauem bis blauviolettem Schiller.	Fehlt gewöhnlich.
1 b. Dasselbe Rhomboeder — $\frac{1}{8} R$ mit o R kombiniert, übrigens wie voriges.	Kombination von $\frac{1}{8} P2$ , + R3, — $\frac{1}{2} R$ . Spärlich; am meisten an o R der ersten Generation parallel angewachsen.
2. Kombination von o R, R, — $\frac{3}{8} R$ . Krystalle von einem dünnen Bitumenüberzug gelb gefärbt. R stark geätzt (Ätzhügeln).	Kombination von $\frac{1}{8} P2$ , R3, — $\frac{1}{2} R$ am meisten an R der ersten Generation angewachsen.
3. Rhomboeder; wahrscheinlich — $\frac{1}{8} R$ . Keine merkliche Bitumenfärbung. Die Krystalle mit kleinen Pyrithexaedern bedeckt.	Kombination von $\frac{1}{8} P2$ , + R3, — $\frac{1}{2} R$ ; reichlich. » von $\frac{1}{8} P2$ , + R3, + 4 R, — $\frac{1}{2} R$ , $\infty P_2$ ; spärlich; Zwillinge nach — $\frac{1}{2} R$ spärlich.
4. 1 bis 2 mm grosse neg. Rhomboedern mit $96^\circ$ bis $101^\circ$ Polkantenwinkel; die Flächen haben federähnliches Aussehen (aufgebaut von kleineren Rhomboedern). Graubrauner Bitumenüberzug.	Komb. von $\frac{1}{8} P2$ , R3, — $\frac{1}{2} R$ , + 4 R, $\infty P2$ ; Ziemlich spärlich.
5. Kleine (wahrscheinlich) neg. Rhomboeder. Auf diesen inzwischen einige Krystalle vom Typus 1 a doch mit ringsum gefurchten Flächen. Gelbbrauner Bitumenüberzug; grünlischer Schiller.	Wie oben.

Erste Generation	Zweite Generation
6. Nierenförmige Aggregate, wohl eines negativen Rhomboeders. Brauner Bitumenüberzug mit blauem bis blavioletttem Schiller.	Komb. $\frac{1}{8}P2, + R3, - \frac{1}{2}R, + 4R, \infty P2$ . Die Flächen, mit Ausnahme von $4R, \infty P2$ , stark gekrümmt.
7. Komb. von $oR, R, - \frac{3}{8}R, \frac{1}{8}P2$ . R vorherrschend; stark geätzt. Brauner bis braungrauer Bitumenüberzug.	Kombination von $\frac{1}{8}P2, + R3$ .
8. Kombination von $oR, \frac{1}{8}P2$ , oft mit $R, - \frac{1}{2}R$ kombiniert, sowie irgend einem neg. Rhomb. ( $- 2R?$ ) Gelbbrauner Bitumenüberzug.	Fehlt gewöhnlich.
9. Kombination von $\frac{1}{8}P2, R, \frac{1}{8}P2$ vorherrschend. Brauner Bitumentüberzug.	Wie oben.

Die verschiedenen Ausbildungsformen des obigen Schemas wird im Folgenden näher beschrieben.

1 a. Die in Höhlungen dieser Typus vorkommenden Krystalle zeigen gewöhnlich so krumme Flächen, dass messbare Reflexen nicht erhalten werden können. Mit dem Kontaktgoniometer, der doch einigermassen übereinstimmende Resultate gegeben, ist als Mittelwert von 7 Polkanten an 3 Krystallen  $95^\circ$  erhalten (Grenzwerte sind  $94^\circ \frac{1}{2}, 95^\circ \frac{1}{2}$ ). Für die Fläche  $-\frac{1}{8}R = (0\bar{3}1\bar{3}8)$  berechnet sich den Polkantwinkel  $94^\circ 35'$  (Fig. 3). Die Spitze ist von einem negativen stark gefurchten Romboeder abgeschrägt, der gegen die genannte Fläche etwa  $4^\circ$  neigt, was eine Fläche  $-\frac{7}{5}R = (07\bar{7}5)$  entspricht. Ber.  $\wedge (0\bar{3}1\bar{3}8); (07\bar{7}5) = 3^\circ 57'$ . Die Furchen sind der längeren Diagonale des Romboeders parallel.

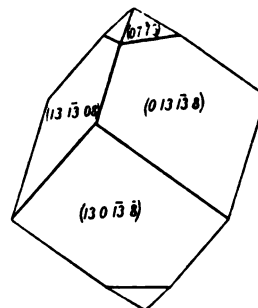


Fig. 3.

Die Krümmung der Fläche  $(013\bar{1}38)$  bei einem Krystalle von etwa 5 mm Höhe wurde von einem zwischen dem Objektiv des Goniometerfernrohres und dem Krystalle eingesetzten positiven 16 Dioptrien Augenglas annähernd kompensiert, was einem Krümmungsradius der Krystallfläche von etwa 13 cm entsprechen dürfte. Die durch diese Kompensation erhaltenen Reflexbilder könnten indessen nicht mit Vorteil zu Messungen verwendet werden, da Centrierungsfehler einen viel zu grossen Einfluss haben.

1 b. Die in diesen Höhlungen vorkommenden Krystalle erster Generation ähneln den vorigen im allgemeinen, nur ist die Basis  $oR$  mehr oder weniger entwickelt, von kaum merkbar bis so vorwaltend, dass die Krystalle dadurch



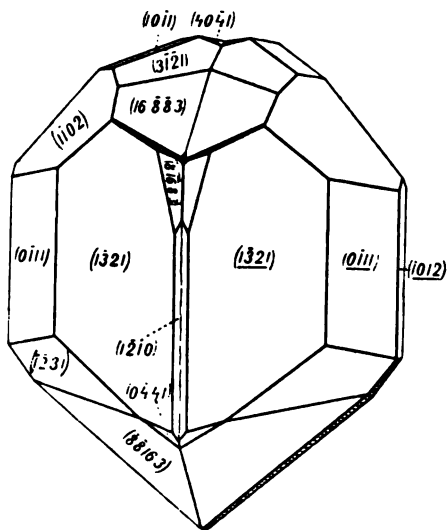
in ihrer Ausbildung völlig mit jenen von HAMBERG<sup>1</sup> beschriebenen, geben im allgemeinen aber zu schlechte Reflexe um gemessen werden zu können.

In einer Höhlung dieser Gattung wurde ein Krystall gefunden, der zeigt, dass die im allgemeinen als zweite Generation vorkommenden Krystalle eigentlich nicht einer zweiten, sondern vielmehr einer dritten Generation zugehören. Es war nämlich um einen auf der ersten Generation aufgewachsenen Krystall + R  $\frac{11}{8}$  (74113) ein Krystall mit den Kombinationen  $\frac{16}{8}$  P2 (88163) und R3 = (2131) so umgewachsen, dass noch die Spitze des ersteren aus dem anderen hervortrat. (Fig. 5).

Es wurden folgende Winkel gemessen.

$$\begin{array}{rcll}
\frac{16}{8} P2 : \frac{16}{8} P2 & = & (88\overline{163}) : (8\overline{1683}) & = 58^{\circ} 27' \text{ Ber } 58^{\circ} 28' \\
, & , & = & (81583) : (16883) = 58 \ 27 \quad , \quad , \\
, & , & = & (16883) : (88163) = 58 \ 28 \quad , \quad , \\
, & , & = & (88163) : (8\overline{1683}) = 58 \ 28 \quad , \quad , \\
R3 : R3 & = & (2\overline{131}) : (2\overline{311}) & = 75 \ 27 \quad , \quad 75 \ 22 \\
, & , & = & (2\overline{311}) : (3211) = 35 \ 44 \quad , \quad 35 \ 36 \\
\frac{16}{8} P2 : R^{\frac{11}{8}} & = & (88\overline{163}) : (74\overline{173}) & = 11 \ 5 \quad , \quad 10 \ 57 \\
\text{Für } (88\overline{163}) : (2131) & \text{berechnet sich} & 13 \ 30,5 \\
, & (88\overline{163}) : (5382) & , & , \quad 8 \ 49
\end{array}$$

Hier kommen auch Zwillinge vor nach  $-\frac{1}{2} R = (01\bar{1}2)$  mit den Kombinationen  $R = (10\bar{1}1)$ ,  $-\frac{1}{2} R = (01\bar{1}2)$ ,  $+ R3 = (2\bar{1}\bar{3}1)$ ,  $+ 4 R = (40\bar{4}1)$



**Fig. 6.**

$\infty P2 = (2\bar{1}10)$ ,  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}63)$ . Sie zeigen zwei Entwicklungsformen, von denen die eine R und  $-\frac{1}{2}R$  in der Zwillingszone wohl entwickelt hat, die andere wenig.

<sup>1</sup> Geol. Fören. Förhandlingar 1894, Bd XVI, p. 709.



Vier Zwillingkrystalle, zwei von dem dickeren Typus mit in der Zwillingzone wohl entwickelten Flächen R und  $-\frac{1}{2}R$ , zwei von dem dünneren Typus mit in der Zwillingzone wenig entwickelten Flächen R und  $-\frac{1}{2}R$ , wurden gemessen.

*Zwillingkrystall 1.* R und  $-\frac{1}{2}R$  wohl entwickelt in der Zwillingzone (Fig. 6).

Winkeltabelle:

$\infty P2 : + R3 =$	$(\bar{1}2\bar{1}0) : (\bar{2}3\bar{1}1) =$	$23^\circ 43'$	Ber. $23^\circ 31'$
$+ R3 : R =$	$(\bar{2}3\bar{1}1) : (\bar{1}101) =$	$28 \ 56$	, $29 \ 1,5$
$R : -\frac{1}{2}R =$	$(\bar{1}101) : (\bar{1}012) =$	$37 \ 29$	, $37 \ 27,5$
$-\frac{1}{2}R : R =$	$(\bar{1}012) : (0\bar{1}11) =$	$37 \ 27$	, , ,
$R : R3 =$	$(0\bar{1}11) : (1\bar{3}21) =$	$28 \ 30 - 29^\circ 10'$	Ber. $29 \ 1,5$
$R3 : \infty P2 =$	$(1\bar{3}21) : (1\bar{2}10) =$	$24 - 23^\circ 20'$	, $23 \ 31$
$R3 : R =$	$(1\bar{2}31) : (0\bar{1}11) =$	$28 \ 34$	, $29 \ 1,5$
$R : \frac{1}{2}R =$	$(0\bar{1}11) : (1\bar{1}02) =$	$37 \ 30$	, $37 \ 27,5$
$-\frac{1}{2}R : R =$	$(1\bar{1}02) : (10\bar{1}1) =$	$37 \ 31$	, , ,
$R : R3 =$	$(10\bar{1}1) : (21\bar{3}1) =$	$28 \ 50$	, $29 \ 1,5$
$R3 : \infty P2 =$	$(21\bar{3}1) : (11\bar{2}0) =$	$23 \ 40$	, $23 \ 31$
$R3 : R =$	$(\bar{3}211) : (\bar{1}101) =$	$28 \ 35$	, $29 \ 1,5$
$R : -\frac{1}{2}R =$	$(\bar{1}101) : (01\bar{1}2) =$	$37 \ 33$	, $37 \ 27,5$
$-\frac{1}{2}R : R =$	$(01\bar{1}2) : (10\bar{1}1) =$	$37 \ 31$	, $37 \ 27,5$
$R3 : R3 =$	$(1\bar{3}21) : (1\bar{2}31) =$	$35 \ 33$	, $35 \ 36$
$R3 : 4R =$	$(1\bar{3}21) : (0\bar{4}41) =$	$19 \ 29$	, $19 \ 24$
$R : 4R =$	$(10\bar{1}1) : (40\bar{4}1) =$	$31 \ 11$	, $31 \ 10$
$4R : 4R =$	$(40\bar{4}1) : (40\bar{4}1) =$	$24 \ 12$	, $24 \ 4$
$\frac{1}{8}P2 : R3 =$	$(16\bar{8}\bar{8}3) : (3\bar{1}21) =$	$14 \ 45$	, $13 \ 30,5$
$\frac{1}{8}P2 : -\frac{1}{2}R =$	$(16\bar{8}\bar{8}3) : (1\bar{1}02) =$	$59 \ 3$	, $55 \ 30$
$\frac{1}{8}P2 : R3 =$	$(17\bar{8}\bar{8}3) : (1\bar{3}21) =$	$69 \ 59$	, $68 \ 1$
$\frac{1}{8}P2 : R3 =$	$(88\bar{1}63) : (\bar{2}3\bar{1}1) =$	$70 \ 12$	, $68 \ 1$
$\frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 =$	$(88\bar{1}63) : (\bar{8}16\bar{8}3) =$	$61 \ 35$	, $58 \ 28$
$\frac{1}{8}P2 : R3 =$	$(\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{2}3\bar{1}1) =$	$14 \ 48$	, $13 \ 30,5$
$\frac{1}{8}P2 : R3 =$	$(\bar{1}6883) : (\bar{3}211) =$	$14 \ 19$	, $13 \ 30,5$
$\frac{1}{8}P2 : R3 =$	$(\bar{1}6883) : (1\bar{2}31) =$	$69 \ 42$	, $68 \ 1$
$\frac{1}{8}P2 : 4R =$	$(\bar{8}\bar{8}163) : (0\bar{4}41) =$	$28 \ 15$	, $29 \ 14$

Die Reflexe von  $R = (10\bar{1}1)$ ,  $+ 4R = (40\bar{4}1)$ ,  $\infty P2 = (2\bar{1}\bar{1}0)$  waren gut, die von  $-\frac{1}{2}R = (01\bar{1}2)$  waren etwas ausgebreitet nach der Zone  $R : -\frac{1}{2}R$ . Die Reflexen von  $R3$  waren nach derselben Zone sehr ausgebreitet. Die Fläche  $\frac{1}{8}P_2$  zeigte oft mehrere sehr unregelmässige Reflexe. Bei dem Messen wurde immer auf dem lichtstärksten Teile des Reflexes eingestellt. Die Abweichungen der beobachteten Werte von den berechneten waren bei der Fläche  $\frac{1}{8}P_2$  bedeutend grösser als bei den anderen, wie man aus der Winkeltabelle leicht sieht. Die beobachteten Werte stimmen in der Tat viel besser mit einer Fläche  $(1514\bar{2}95)$ . Da indessen die unten beschriebenen Krystalle von demselben oder ähnlich

pus andere Werte geben, ist es wohl wahrscheinlich dass hier nur ein fall vorliegt.

*Zwillingkrystall 2.* Derselbe Typus wie voriger.

Winkeltabelle:

$$\begin{aligned} \frac{1}{8} P2 : R &= (8\bar{1}683) : (10\bar{1}1) = 81^\circ 31' \text{ Ber. } 81^\circ 13' \\ \frac{1}{8} P2 : R3 &= (8\bar{1}683) : (1\bar{3}21) = 13 \ 35 \quad , \quad 13 \ 30,5 \end{aligned}$$

Die Reflexe waren verhältnissmässig gut.

*Zwillingkrystall 3.* Dünnerer Typus. Die Flächen R und  $-\frac{1}{2}R$  d in der Zwillingzone wenig entwickelt. (Fig. 7).

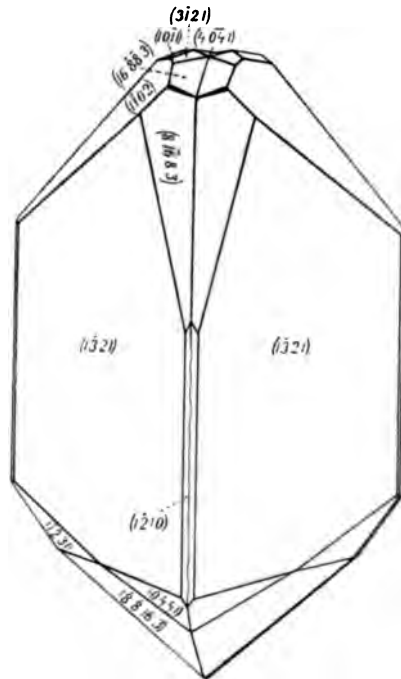


Fig. 7.

Winkeltabelle:

$$\begin{aligned} R3 : R &= (\bar{2}3\bar{1}1) : (\bar{1}101) = 29^\circ 23' \text{ Ber. } 29^\circ 1',5 \\ R : -\frac{1}{2}R &= (\bar{1}101) : (\bar{1}012) = 37 \ 20 \quad , \quad 37 \ 27,5 \\ -\frac{1}{2}R : R &= (\bar{1}012) : (0\bar{1}11) = 37 \ 37 \quad , \quad 37 \ 27,5 \\ R : R3 &= (0\bar{1}11) : (1\bar{3}21) = 28 \ 56 \quad , \quad 29 \ 1,5 \\ R : -\frac{1}{2}R &= (0111) : (1012) = 37 \ 33 \quad , \quad 37 \ 27,5 \\ -\frac{1}{2}R : R &= (1012) : (\bar{1}101) = 37 \ 23 \quad , \quad , \quad , \\ R : R3 &= (1101) : (\bar{2}3\bar{1}1) = 29 \ 15 \quad , \quad 29 \ 15 \\ R3 : \infty P2 &= (\bar{2}3\bar{1}1) : (1210) = 23 \ 18 \quad , \quad 23 \ 31 \\ \frac{1}{8} P2 : R3 &= (81683) : (\bar{2}3\bar{1}1) = 13 \ 20 \quad , \quad 13 \ 30,5 \\ \frac{1}{8} P2 : \frac{1}{8} P2 &= (\bar{8}1683) : (\bar{8}1683) = 22 \ 38 \quad , \quad 22 \end{aligned}$$

Die Reflexe von  $(8\bar{1}683)$  und  $(8\bar{1}6\bar{8}3)$  sind in nebenstehender Figur ersichtlich.

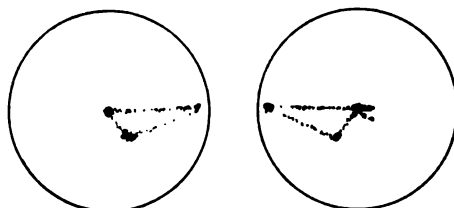


Fig. 8.

Im übrigen sind die Reflexe denen des Zwillingskristalles 1 ähnlich.

*Zwillingskristall 4.* Dünnerer Typus. R wenig —  $\frac{1}{2}$  R gar nicht entwickelt in der Zwillingszone.

Winkeltabelle:

R 3 : R	=	$(1321) : (0\bar{1}11)$	=	29° 36,5 Ber.	29° 1,5
R : R	=	$(0111) : (1101)$	=	74 13,5	74 55
R : R 3	=	$(1101) : (2311)$	=	29 26	29 1,5
R 3 : $\infty$ P 2	=	$(2311) : (\bar{1}2\bar{1}0)$	=	23 20	23 31
$\infty$ P 2 : R 3	=	$(\bar{1}2\bar{1}0) : (23\bar{1}1)$	=	22 59	23 31
R 3 : R	=	$(23\bar{1}1) : (\bar{1}101)$	=	29 43	29 1,5
R : R	=	$(\bar{1}101) : (0\bar{1}11)$	=	74 51	74 55
R : R 3	=	$(0\bar{1}11) : (1\bar{3}21)$	=	28 51	29 1,5
$\frac{16}{8}$ P 2 : $\frac{16}{8}$ P 2	=	$(8\bar{1}683) : (8\bar{1}6\bar{8}3)$	=	21 58	22
$\frac{16}{8}$ P 2 : R 3	=	$(8\bar{1}683) : (1321)$	=	13 32	13 30,5
$\frac{16}{8}$ P 2 : R 3	=	$(8\bar{1}683) : (1\bar{3}21)$	=	13 44	13 30,5
R : 4 R	=	$(10\bar{1}1) : (40\bar{4}1)$	=	31 14	31 10
4 R : 4 R	=	$(40\bar{4}1) : (40\bar{4}1)$	=	— 24 12	— 24 4
4 R : R	=	$(40\bar{4}1) : (10\bar{1}1)$	=	31 12	31 10

Die Reflexe von R waren in der Zwillingszone ganz unbedeutend verbreitet. Die Reflexe von  $(8\bar{1}683)$  und  $(8\bar{1}6\bar{8}3)$  sind in nebenstehender Figur ersichtlich (Fig. 9).

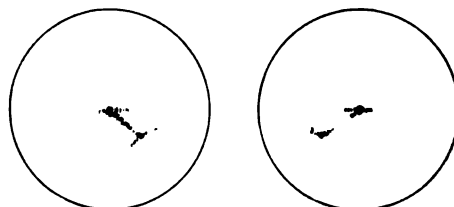


Fig. 9.

Im übrigen sind die Reflexe denen des Zwillingskristalles 1 ähnlich.

4—6. Siehe Seite 4 und 5.

7. Die erste Generation zeigt hier die Kombination  $oR = (0001)$ ,  $R = (10\bar{1}1) - \frac{3}{8}R = (\bar{3}032)$ ,  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}63)$ . (Fig. 10). Die Fläche  $oR$  ist gewöhnlich etwas, die Fläche  $R$  stark geätzt. Die zwischen den Ätzfiguren gelegenen Teile der Flächen sind doch ziemlich eben und geben regelmässige Reflexe. Die Fläche  $-\frac{3}{8}R$  ist glatt und scheint frei von Ätzfiguren zu sein, ist aber sphärisch und gibt intolgedessen nur eine Schimmerreflexe. Die Flächen  $\frac{1}{8}P2$  geben verhältnismässig gute Reflexe. Die Krystalle sind mit einem braunen bis graubraunen Bitumen überzogen, das oft grünen Schiller zeigt.

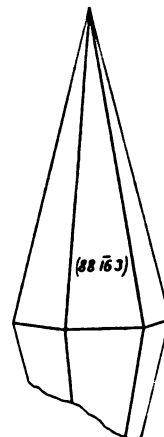


Fig. 10.

Folgende Winkel wurden gemessen:

$$\begin{aligned}
 oR : -\frac{3}{8}R &= (0001) : (\bar{3}032) = 55^\circ 35' \text{ Ber. } 55^\circ 57' \\
 oR : R &= (0001) : (10\bar{1}1) = 44 \ 17 \quad , \quad 44 \ 36,5 \\
 , \quad , &= , \quad , = 44 \ 39 \quad , \quad , \quad , \\
 , \quad , &= , \quad , = 44 \ 40 \quad , \quad , \quad , \\
 \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (16883) : (16883) = 24 \ 44 \quad , \quad 24 \ 45,5 \\
 \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (16883) : (8\bar{1}683) = 58 \ 21 \quad , \quad 58 \ 28 \\
 \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (16883) : (88\bar{1}63) = 58 \ 28,5 \quad , \quad 58 \ 28
 \end{aligned}$$

Die Krystalle der zweiten Generation sind in diesen Höhlungen im allgemeinen in gleicher Orientierung parallelverwachsen an  $R$  und zeigen einen eigentümlichen Habitus, indem z. B. ein Krystall an der Fläche  $(10\bar{1}1)$  hauptsächlich die Flächen  $(21\bar{3}1)$   $(3\bar{1}21)$   $(\bar{1}231)$  und  $(\bar{3}211)$  entwickelt hat.

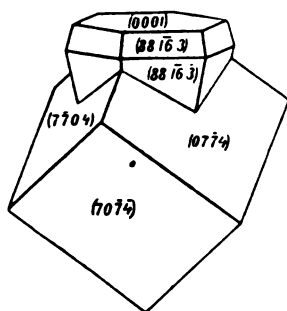


Fig. 11.

8. Die Krystalle in diesen Höhlungen sind gewöhnlich von der Kombination  $oR = (0001)$   $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}63)$  und sind beinahe tafelförmig nach Basis. Sie kommen bisweilen, obschon selten, mit einem negativen Romboeder zusammen vor. Der unten beschriebene Krystall 2 ist eine parallelorientierte Verwachsung von einem solchen negativen Romboeder mit gemessenen Polkantenwinkel  $97^\circ 45'$ ,  $[-\frac{7}{4}R = (07\bar{7}4)$  entsprechend] und einer an der Spitze dieser befindlichen Kombination  $oR = (0001)$ ,  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}63)$  (Fig. 11). Der Farbe des Bitumens gemäss gehören sie derselben Generation.

Krystall 1. Kombination  $oR = (0001)$   
 $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}63)$   
 $R = (0\bar{1}11)$  (sehr klein)

## Winkeltabelle:

$$\begin{aligned} \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P3 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 58^\circ 10' \text{ Ber. } 58^\circ 28' \\ (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) &= 58 \text{ } 45 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{1}\bar{6}883) : (\bar{8}\bar{8}163) &= 58 \text{ } 0 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{8}\bar{8}163) : (\bar{8}\bar{1}\bar{6}83) &= 58 \text{ } 58 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{8}\bar{1}\bar{6}93) : (\bar{1}6\bar{8}\bar{8}3) &= 53 \text{ } 12,5 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{1}6\bar{8}\bar{8}3) : (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) &= 58 \text{ } 33 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}\bar{1}6\bar{8}3) &= 58 \text{ } 17,5 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{1}6\bar{8}\bar{8}3) : (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) &= 68 \text{ } 34 \text{ } , \text{ } , \\ (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{8}\bar{1}6\bar{8}3) &= 24 \text{ } 43 \text{ } , \text{ } 24^\circ 45,5 \\ (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) &= 24 \text{ } 45,5 \text{ } , \text{ } 24^\circ 45,5 \end{aligned}$$

Basis war zu matt um gute Messungen zu gestatten. Der Krystal zeigte im übrigen so gute Reflexe, dass die Messungsfehler unter  $\pm 1$  liegen dürften.

*Krystall 2.* Kombination oR = (0001)

$$\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$$

R = (10 $\bar{1}$ 1) (nur eine und zwar sehr kleine Fläche)

—  $\frac{1}{2}$ R = (01 $\bar{1}$ 2) (nur eine, auch sehr kleine Fläche)

## Winkeltabelle:

$$\begin{aligned} \text{oR} : \text{R} &= (0001) : (10\bar{1}1) = 44^\circ 45' \text{ Ber. } 44^\circ 36,5' \\ \text{oR} : -\frac{1}{2}\text{R} &= (0001) : (01\bar{1}2) = 26 \text{ } 16,5 \text{ } , \text{ } 26 \text{ } 15 \\ \text{oR} : \frac{1}{8}P2 &= (0001) : (88\bar{1}\bar{6}3) = 77 \text{ } 30 \text{ } , \text{ } 77 \text{ } 37 \\ \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (88\bar{1}\bar{6}3) = 24 \text{ } 42,5 \text{ } , \text{ } 24 \text{ } 45,5 \\ \text{oR} : \frac{1}{8}P2 &= (0001) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 77 \text{ } 32 \text{ } , \text{ } 77 \text{ } 37 \\ \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 24 \text{ } 44 \text{ } , \text{ } 24 \text{ } 45,5 \\ \text{oR} : \frac{1}{8}P2 &= (0001) : (\bar{1}\bar{6}883) = 77 \text{ } 32,5 \text{ } , \text{ } 77 \text{ } 37 \\ \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (\bar{1}\bar{6}883) : (\bar{1}\bar{6}883) = 24 \text{ } 39,5 \text{ } , \text{ } 24 \text{ } 45,5 \\ \text{oR} : \frac{1}{8}P2 &= (0001) : (\bar{1}6\bar{8}\bar{8}3) = 77 \text{ } 27 \text{ } , \text{ } 77 \text{ } 37 \\ \text{oR} : \frac{1}{8}P2 &= (0001) : (\bar{8}\bar{8}163) = 77 \text{ } 31 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (\bar{8}\bar{8}163) : (\bar{8}\bar{8}163) = 24 \text{ } 42 \text{ } , \text{ } 24 \text{ } 45,5 \\ \text{oR} : \frac{1}{8}P2 &= (0001) : (\bar{8}\bar{1}\bar{6}83) = 77 \text{ } 27 \text{ } , \text{ } 77 \text{ } 37 \\ \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 &= (\bar{8}\bar{1}\bar{6}83) : (\bar{8}\bar{1}\bar{6}83) = 24 \text{ } 44 \text{ } , \text{ } 24 \text{ } 45,5 \\ \text{»} \text{ »} &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 58 \text{ } 13,5 \text{ } , \text{ } 58 \text{ } 28 \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 58 \text{ } 46,5 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{1}\bar{6}883) : (\bar{8}\bar{8}163) = 58 \text{ } 0,5 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{8}\bar{8}163) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 58 \text{ } 47,5 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}6\bar{8}\bar{8}3) = 58 \text{ } 13 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{1}6\bar{8}\bar{8}3) : (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) = 58 \text{ } 39 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{8}\bar{8}\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 58 \text{ } 20,5 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 58 \text{ } 41 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \\ \text{»} \text{ »} &= (\bar{1}\bar{6}883) : (\bar{8}\bar{8}163) = 58 \text{ } 32,5 \text{ } , \text{ } , \text{ } , \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{16}{8} P_2 : \frac{16}{8} P_2 &= (\bar{8}\bar{8}16\bar{3}) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : 58^\circ 37' \text{ Ber. } 58^\circ 28' \\ , \quad , &= (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : (16\bar{8}\bar{8}\bar{3}) : 58 \quad 17,5 \quad , \quad , \\ , \quad , &= (16\bar{8}\bar{8}\bar{3}) : (881\bar{6}\bar{3}) : 58 \quad 44 \quad , \quad , \end{aligned}$$

Die Reflexe aller Flächen mit Ausnahme der sehr kleinen Fläche  $\bar{1}1$ ) waren so gut, dass die Messungsfehler unter  $\pm 1'$  liegen dürften.

*Krystall 3.* Kombination  $oR = (0001)$   
 $\frac{16}{8} P_2 = (881\bar{6}\bar{3})$

Winkeltabelle:

$$\begin{aligned} \frac{16}{8} P_2 : \frac{16}{8} P_2 &= (881\bar{6}\bar{3}) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) = 58^\circ 24' \text{ Ber. } 58^\circ 28' \\ , \quad , &= (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : (1\bar{6}88\bar{3}) = 58 \quad 29 \quad , \quad , \\ , \quad , &= (881\bar{6}\bar{3}) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) = 58 \quad 28,5 \quad , \quad , \\ , \quad , &= (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : (1\bar{6}88\bar{3}) = 58 \quad 25,5 \quad , \quad , \\ oR : \frac{16}{8} P_2 &= (0001) : (881\bar{6}\bar{3}) = 77 \quad 39,5 \quad , \quad 77 \quad 37 \\ \frac{16}{8} P_2 : \frac{16}{8} P_2 &= (881\bar{6}\bar{3}) : (881\bar{6}\bar{3}) = 24 \quad 44,5 \quad , \quad 24 \quad 45,5 \\ \frac{16}{8} P_2 : oR &= (881\bar{6}\bar{3}) : (0001) = 77 \quad 39 \quad , \quad 77 \quad 37 \\ oR : \frac{16}{8} P_2 &= (0001) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) = 77 \quad 42 \quad , \quad , \\ \frac{16}{8} P_2 : \frac{16}{8} P_2 &= (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) = 24 \quad 43 \quad , \quad 24 \quad 45,5 \\ \frac{16}{8} P_2 : oR &= (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : (0001) = 77 \quad 38 \quad , \quad 77 \quad 37 \end{aligned}$$

Die Reflexe waren auch hier so gut, dass die Messungsfehler  $\pm 1'$  ht übersteigen dürften.

Da die bei diesen Krystallen erhaltenen Winkelwerte, trotz der guten Messungen, beträchtliche Abweichungen von den für selbe Winkel berechneten Werten zeigen, und diese Abweichungen bei den zwei grösseren Krystallen im gleichen Sinne gehen, bei dem dritten kleineren aber unbedeutlich sind, würde wohl eine Zusammenstellung dieser Unregelmässigkeiten ihren Platz verteidigen, obschon natürlich aus Messungen von nur Krystallindividuen keine sichere Schlüsse gezogen werden können.

Es sind bei dem *Krystall 1* die Mittelwerte der Polkantenwinkel

$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{l} (881\bar{6}\bar{3}) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) \\ (1\bar{6}88\bar{3}) : (\bar{8}\bar{8}16\bar{3}) \\ (81\bar{6}\bar{8}\bar{3}) : (16\bar{8}\bar{8}\bar{3}) \\ (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) : (1\bar{6}88\bar{3}) \end{array} \right\} = 58^\circ 7,5 \\ & \left. \begin{array}{l} (8816\bar{3}) : (81\bar{6}\bar{8}\bar{3}) \\ (16\bar{8}\bar{8}\bar{3}) : (881\bar{6}\bar{3}) \\ (881\bar{6}\bar{3}) : (\bar{8}16\bar{8}\bar{3}) \end{array} \right\} = 58 \quad 45,3 \\ & \left. \begin{array}{l} \text{---} \quad \text{---} \\ \text{---} \quad \text{---} \\ \text{---} \quad \text{---} \end{array} \right\} = 58 \quad 17,5 \\ & \left. \begin{array}{l} \text{---} \quad \text{---} \\ (16\bar{8}\bar{8}\bar{3}) : (881\bar{6}\bar{3}) \end{array} \right\} = 58 \quad 34 \end{aligned}$$

Entsprechende Mittelwerte bei dem *Krystall 2* sind respektive  $58^{\circ}9'$ ,  $58^{\circ}44'$ ,  $58^{\circ}23'$ ,  $58^{\circ}40,7'$ . Die zwei grösseren Krystallen zeigen also eine ausgesprochene Tendenz in eine ditrigonale Bipyramide zu übergehen.

9. Die Krystalle dieser Höhlungen bestehen aus den Kombinationen

$$\begin{aligned}\frac{1}{8}P2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) \\ R &= (10\bar{1}1)\end{aligned}$$

Darin sind die Flächen  $\frac{1}{8}P2$  hauptsächlich entwickelt. Die Krystalle sind von braunem Bitumen überzogen. R ist stark geätzt,  $\frac{1}{8}P2$  im allgemeinen matt. Die von den Flächen R bestehende Spitze der Krystalle ist sehr oft von einem farblosen Krystalle einer späteren Generation bedeckt, der wahrscheinlich aus dem Kombination  $R \frac{1}{8}P2 = (74\bar{1}\bar{1}3)$ ,  $R3 (2\bar{1}31)$ , —  $\frac{1}{8}R (0\bar{1}\bar{1}2)$  besteht; die Flächen gaben aber keine messbaren Reflexe, und die Krystalle waren zu klein um mit Kontaktgoniometer gemessen werden zu können

### Pyramidale Calcite von Dannemora.

Wie auf Gotland gehören auch die hier vorkommenden Krystalle 3 verschiedenen Generationen.

Die erste Generation, die hier am reichsten repräsentiert ist, besteht ausschliesslich von der Kombination  $oR = (0001)$ ,  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

Die zweite Generation kommt auch ziemlich reichlich vor und zwar beinahe immer als Parallelverwachsung auf Basis der ersteren. Sie besteht nur aus der Form  $R \frac{1}{8}P2 = (74\bar{1}\bar{1}3)$ .

Die dritte Generation ist sehr spärlich und besteht teils aus Krystallen von nur  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ , teils aus Krystallen von der Kombination  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ ,  $R3 = (2\bar{1}31)$ . Jene sind um einen Krystall der ersten oder zweiten Generation ganz oder teilweise parallelgewachsen; diese sind immer um einen Sklenoeder  $R \frac{1}{8}P2 = (74\bar{1}\bar{1}3)$  der zweiten Generation parallel angewachsen.

Die Krystalle der ersten Generation sind oft mit vereinzelt Tröpfchen von Asphalt bedeckt, die im allgemeinen auf der Oberfläche sitzen, so dass man sie leicht mit der Nagel abstreichen kann, ohne dass die Krystalloberfläche geschädigt wird. Es kommt doch auch vor, dass die Asphalttröpfchen in der Krystallfläche eingesenkt sind. Auf der Verwachsungsfläche der Krystalle der zweiten Generation mit denen der ersten gibt es auch oft Asphalt. Wenn Asphalttröpfchen auf Krystalle der zweiten Generation beobachtet wurden, waren sie niemals in der Krystallfläche eingesenkt, und ihre Ursprung wahrscheinlich sekundär. Auf der dritten Generation wurde kein Asphalt beobachtet. Man dürfte wohl hieraus den

uss ziehen können, dass die erste Generation auch hier aus einer bitu-  
haltige Lösung krystallisiert worden ist, die zweite und dritte aber nicht.



Fig. 12. Pyramidale Calcite von Dannemora.  $\frac{1}{3}$  nat. Gr.

Es zeigt sich also eine vollständige Parallelismus der Generationsfolgen  
Krystalle von Hörsne in Gotland und Dannemora in Upland, was um  
viel sonderbarer scheint, als die geologischen Verhältnisse der beiden  
ale ganz verschieden sind, indem die Mutterkluft bei Hörsne dem Ober-



silur angehört, während die Dannemora-Krystalle in Kluften des archaischen Eisenerzes und des diesen umschliessenden Kalksteins vorkommen.

*Messungen:*

*Krystall 1.* Kombination  $oR = (0001) \frac{16}{8} P2 = (88\bar{1}63)$ . (Fig. 13).

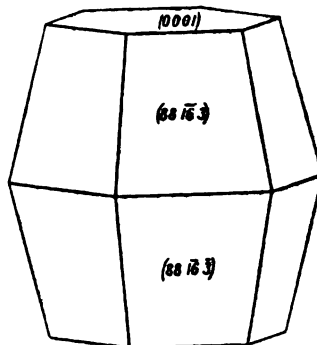


Fig. 13.

Die Krystallflächen ziemlich uneben. Grösse der Fläche etwa  $(81683) = 10 \text{ cm}^2$ .

Mit dem Kontaktgoniometer wurde erhalten:

$\frac{16}{8} P2$	:	$\frac{16}{8} P2$	$= (88\bar{1}63) : (81683) = 56^\circ$	Ber. $58^\circ 28'$
„	„	$= (81683) : (\bar{1}6883) = 60 \ 31'$	„	„
„	„	$= (88\bar{1}63) : (81683) = 60$	„	„
„	„	$= (81683) : (\bar{1}6883) = 54$	„	„

*Krystall 2.* Kombination:  $oR = (0001)$ ,  $\frac{16}{8} P2 = (88\bar{1}63)$ .

Auf die Fläche  $oR$  des Krystalles ist ein Krystall +  $R \frac{11}{8}$  aufgewachse  
Ungefähliche Grösse der Fläche  $(\bar{1}6883) = 3,6 \text{ cm}^2$ .

Mit dem Kontaktgoniometer wurde erhalten:

$\frac{16}{8} P2$	:	$\frac{16}{8} P2$	$= (88\bar{1}63) : (81683) = 54^\circ$	Ber. $58^\circ 28'$
„	„	$= (81683) : (\bar{1}6883) = 61$	„	„
„	„	$= (\bar{1}6883) : (88\bar{1}63) = 56 \ 30'$	„	„
„	„	$= (81683) : (\bar{1}6883) = 56 \ 30$	„	„
„	„	$= (\bar{1}6883) : (\bar{1}6883) = 24 \ 30$	„	$24 \ 45,5$
$R \frac{11}{8}$	:	$R \frac{11}{8}$	$= (74\bar{1}13) : (711\bar{4}3) = 73 \ 30$	„ $73 \ 40$
„	„	$= (\bar{7}11\bar{4}3) : (\bar{4}7113) = 75$	„	„
„	„	$= (47113) : (4\bar{1}173) = 40 \ 30$	„	$40 \ 4$
$\frac{16}{8} P2$	:	$R \frac{11}{8}$	$= (81683) : (711\bar{4}3) = 12$	„ $10 \ 57$
„	„	$= (\bar{1}6883) : (\bar{1}1743) = 12 \ 30$	„	„

*Krystall 3.* (Fig. 14, 15). Kombination  $oR = (0001)$ ,  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

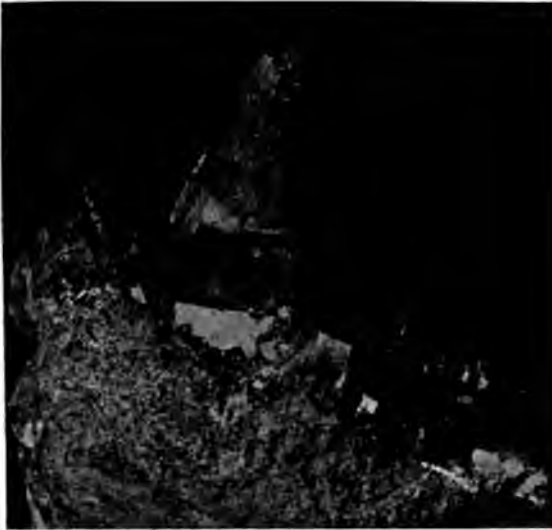


Fig. 14.

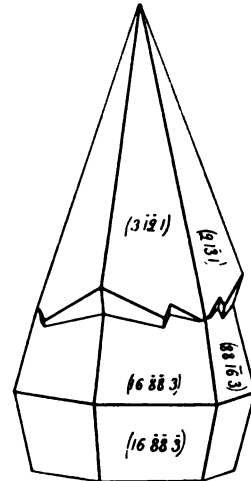


Fig. 15.

Grösse der Fläche  $(\bar{8}16\bar{8}3) = 0,9 \text{ cm}^2$ .

Auf die Fläche  $(0001)$  des Krystalles ist ein Krystall  $R \frac{1}{8} = (74\bar{1}\bar{1}3)$  aufgewachsen und um die eine Hälfte von diesem ist ein Krystall  $\frac{1}{8}P2 (88\bar{1}\bar{6}3)$ ,  $R3 = (21\bar{3}1)$  umgewachsen (Am Bilde nicht angegeben).

Mit dem Kontaktgoniometer wurde erhalten:

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 56^\circ & \text{Ber. } 58^\circ 28' \\ \text{» »} = (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 59 \text{ } 30' & \text{» »} \\ R \frac{1}{8} : R \frac{1}{8} = (74\bar{1}\bar{1}3) : (\bar{7}11\bar{4}3) = 74 \text{ } 30 & \text{» } 74 \text{ } 40 \\ \text{» »} = (\bar{7}11\bar{4}3) : (\bar{1}\bar{1}743) = 39 \text{ } 30 & \text{» } 40 \text{ } 4 \\ \frac{1}{8}P2 : R3 = (\bar{8}16\bar{8}3) : (1\bar{3}21) = 14 & \text{» } 13 \text{ } 30,5 \end{array}$$

*Krystall 4.* Kombination  $oR = (0001)$ ,  $\frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

Grösse der Fläche  $(88\bar{1}\bar{6}3) = 0,35 \text{ cm}^2$ .

Auf die Fläche  $oR$  des Krystalles ist ein Krystall  $R \frac{1}{8} = (74\bar{1}\bar{1}3)$  aufgewachsen.

Die Winkel sind mit dem Reflexionsgoniometer bestimmt, wobei zwecks besserer Reflexion kleine Deckglasplatten auf die Flächen angeklebt wurden.

$$\begin{array}{llll} \frac{1}{8}P2 : \frac{1}{8}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 56^\circ 51' & \text{Ber. } 58^\circ 28' \\ \text{» »} = (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 59 \text{ } 43 & \text{» } \\ \text{» »} = (\bar{1}\bar{6}883) : (88\bar{1}\bar{6}3) = 57 \text{ } 45 & \text{» } \\ \frac{1}{8}P2 : R \frac{1}{8} = (88\bar{1}\bar{6}3) : (74\bar{1}\bar{1}3) = 10 \text{ } 30 & \text{» } 10 \text{ } 57 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{3}P2 : R \frac{11}{3} &= (74\bar{1}\bar{1}3) : (\bar{7}11\bar{4}3) = 74^\circ 33' \text{ Ber. } 73^\circ 40' \\ &= (74\bar{1}\bar{1}3) : (11\bar{4}\bar{7}3) = 40 \ 29 \quad , \quad 40 \ 4 \\ &= (\bar{7}11\bar{4}3) : (\bar{1}17\bar{4}3) = 41 \ 2 \quad , \quad , \end{aligned}$$

Krystall 5. Kombination oR = (0001)  $\frac{1}{3}P2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

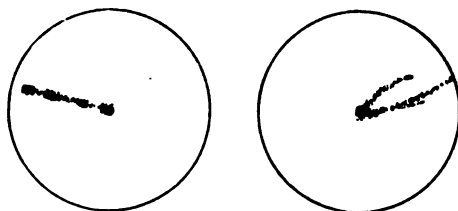


Fig. 16.

$$(88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3)$$

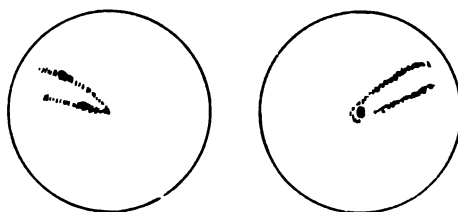


Fig. 17.

$$(8\bar{1}\bar{6}83) : (16\bar{8}\bar{8}3)$$



Fig. 18.

$$(16\bar{8}\bar{8}3) : 88\bar{1}\bar{6}3$$

Grösse der Fläche  $(\bar{8}16\bar{8}3) = 0,03 \text{ cm.}^2$

Mit dem Reflexionsgoniometer wurde erhalten:

$$\begin{aligned} \frac{1}{3}P2 : \frac{1}{3}P2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 57^\circ 46' \text{ Ber. } 58^\circ 2 \\ &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 59 \ 9 \quad , \quad , \\ &= (\bar{8}\bar{1}\bar{6}83) : (16\bar{8}\bar{8}3) = 58 \ 10 \quad , \quad , \\ &= (16\bar{8}\bar{8}3) : (88\bar{1}\bar{6}3) = 58 \ 49 \quad , \quad , \\ \frac{1}{3}P2 : \text{oR} &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (0001) = 77 \ 42 \quad , \quad 77 \end{aligned}$$

Das Aussehen der Reflexe bei punktförmigem Si Reflexbildern (Fig. 16, 17, 18) ersichtlich.

*Krystall 6.* Kombination  $oR = (0001) \frac{1}{3} P_2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

Grösse der Fläche  $(\bar{8}16\bar{8}3) = 2,5 \text{ cm.}^2$

Da die Reflexe dieser und folgender Krystalle weniger regelmässig  
sind, sind die Winkelwerte für die lichtstärksten Teilen der Reflexe  
gegeben.

$$\begin{aligned} \frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 55^\circ 49' \text{ Ber. } 58^\circ 28' \\ \text{» »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 59 \quad 29 \quad \text{»} \quad \text{»} \\ \text{» »} &= (\bar{1}\bar{6}883) : (88\bar{1}63) = 54 \quad 38 \quad \text{»} \quad \text{»} \\ \text{» »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 55 \quad 43 \quad \text{»} \quad \text{»} \\ \text{» »} &= (\bar{1}\bar{6}883) : (88\bar{1}63) = 60 \quad 16 \quad \text{»} \quad \text{»} \end{aligned}$$

*Krystall 7.* Kombination  $oR = (0001) \frac{1}{3} P_2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

Grösse des Krystalles ungefähr wie N:r 5.

$$\begin{aligned} \frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 58^\circ 27' \\ \text{» »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 58 \quad 4,5 \\ \text{» »} &= (\bar{1}\bar{6}883) : (88\bar{1}63) = 58 \quad 45 \\ \text{» »} &= (88\bar{1}63) : (8\bar{1}\bar{6}83) = 59 \quad 43 \\ \text{» »} &= (8\bar{1}\bar{6}83) : (16\bar{8}\bar{8}3) = 58 \quad 11 \\ \text{» »} &= (16\bar{8}\bar{8}3) : (88\bar{1}\bar{6}3) = 59 \quad 40 \end{aligned}$$

Da die Fläche  $(\bar{1}\bar{6}883)$  eine sehr schlechte Reflexe zeigte, sind die  
erte  $58^\circ 4,5$  und  $58^\circ 45'$  sehr fraglich.

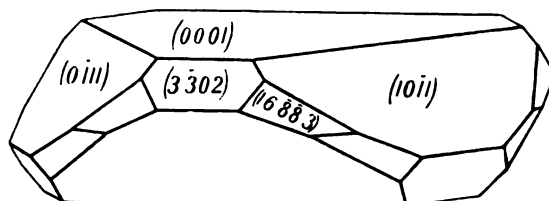


Fig. 19.

*Krystall 8.* Kombination  $oR = (0001) \frac{1}{3} P_2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

Grösse der Fläche  $\bar{8}16\bar{8}3$   $0,01 \text{ cm.}^2$

$$\begin{aligned} \frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 57^\circ 56' \text{ Ber. } 58^\circ 28' \\ \text{» »} &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (16\bar{8}\bar{8}3) = 57 \quad 57 \quad \text{»} \quad \text{»} \\ \text{» »} &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (88\bar{1}\bar{6}3) = 24 \quad 15 \quad \text{»} \quad 24 \quad 45,5 \end{aligned}$$

*Krystall 9.* Kombination  $oR = (0001) \frac{1}{3} P_2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

Grösse des Krystalles etwas kleiner als N:r 5.

$$\begin{aligned} \frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2 &= (88\bar{1}\bar{6}3) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 57^\circ 44' \text{ Ber. } 58^\circ 28' \\ \text{» »} &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}\bar{6}883) = 58 \quad 13 \quad \text{»} \quad \text{»} \\ \frac{1}{3} P_2 : oR &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (0001) = 77 \quad 50 \quad \text{»} \quad 77 \quad 37 \end{aligned}$$

*Krystall 10.* (Fig. 10).<sup>1</sup> Form  $\frac{1}{3} P_2 = (88\bar{1}\bar{6}3)$ .

<sup>1</sup> Siehe *Berichtigung* S. 20.

$$\begin{aligned}
 {}^{16}_8 P_2 : {}^{16}_8 P_2 &= (88\bar{1}63) : (\bar{8}16\bar{8}3) = 58^\circ 8' && \text{Ber. } 58^\circ 28' \\
 \text{» } &= (\bar{8}16\bar{8}3) : (\bar{1}6883) = 58 36 && \text{» } \\
 \text{» } &= (\bar{1}6883) : (\bar{8}8163) = 58 48 (57^\circ 53') && \text{» } \\
 \text{» } &= (\bar{8}8163) : (\bar{8}\bar{1}683) = 58 20 (59^\circ 27') && \text{» }
 \end{aligned}$$

Die Fläche  $(\bar{8}8163)$  zeigte zwei beinahe gleich starke Reflexe.

Da die Abweichungen der Flächen  ${}^{16}_8 P_2$  von den berechneten, besonders bei den grösseren Krystallen, so gross sind, dass man in Frage stellen kann, ob nicht etwa andere Indices die Flächen besser entsprechen würden, ist folgende Tabelle zusammengestellt, woraus ersichtlich ist, dass sich die Winkel mit abnehmender Grösse der Krystallflächen den theoretischen immer mehr nähern.

Nummer des Krystalles	Ungefähre Grösse der grössten Fläche des Krystalles	Mittel der mit $(88163) : (81683)$ gleichgestellten Winkel	Mittel der mit $(81683) : (16883)$ gleichgestellten Winkel	Diff.	Bemerkungen
1	10 cm. <sup>2</sup>	55° 0'	60° 15'	5° 15'	Kontaktgoniom.
2	3,5	55 40	61 0	5 20	»
6	2,5	55 35	59 52	4 17	Reflexionsgon.
3	0,9	56 0	59 30	3 30	Kontaktgoniom.
4	0,35	56 51	58 44	1 53	Reflexgon., mit Glasplatten
5	0,03	57 58	58 59	1 1	Reflexionsgoniom.
7	0,03	58 19	59 41	1 22	»
9	< 0,03	57 44	58 13	0 29	»
10	< 0,03	58 14	58 45	0 31	»

*Berichtigung.* Fig. 10 und Fig. 19 sind verwechselt worden und sollten Platz tauschen. Der Fehler wurde erst nach der Drucklegung des ersten Druckbogens bemerkt.

## 2. Einfache Methode, sehr ausgedehnte Präparate in polarisiertem Licht zu photographieren.

Von

Carl Benedicks und Olof Tenow.

(Hierzu Tafel I.)

Bei petrographischen Untersuchungen ist es sehr oft unerlässlich, für optische Besichtigung sowie für photographische Abbildung in polarisiertem Licht ein recht grosses Sehfeld zur Disposition zu haben. Bei der Konstruktion von petrographischen Mikroskopen wird ja auch gebührend Rücksicht darauf genommen, aber ein ausgedehnteres Sehfeld als etwa 15 mm Durchmesser dürften die Mikroskope kaum zulassen. Um grössere Präparate in polarisiertem Licht photographieren zu können, ist es also nötig, zu besonderen Anordnungen zu greifen.

So gelang es Dr. P. J. HOLMQUIST,<sup>1</sup> Gesteinsschliffe von einer Ausdehnung von mehreren cm (gegen 5 cm) in polarisiertem Licht aufzunehmen, wobei nach einer Privatmitteilung von diesem Forscher, ungewöhnlich grosse Nikolen benutzt wurden (oder als Polarisator ein Glasbündel von Quarz); das Nikol-Prisma, welches als Analysator zur Anwendung kam, wurde vor einem stark abgeblendeten photographischen Landschaftsobjekt plaziert. Solche grosse Nikol-Prismen sind ja wegen des hohen Preises recht schwer zugänglich, auch gelang es mit dieser Anordnung nicht, eine ganz gleichförmige Auslöschung zu gewinnen.

Es dürfte deshalb von Nutzen sein können, hier eine einfache Methode zu beschreiben, die nur die gewöhnlichsten Laboratoriums-Hilfsmittel erfordert hat. Die Methode, die von den Verff. schon im J. 1902 benutzt wurde, erlaubt, praktisch genommen, so ausgedehnte Präparate, wie nur gewünscht wird, in ausgelöschtem polarisiertem Licht photographisch aufzunehmen.

Die dabei benutzte Anordnung ist die folgende (Fig. 1).

*A* stellt eine punktförmige Lichtquelle dar — wir benutzten eine elektrische Bogen-Lampe — in dem Brennpunkte einer Sammellinse *B* (Zweielement des Zeiss'schen Sammellinsensystems I, 14 cm Durchmesser),

<sup>1</sup> P. J. HOLMQUIST, *Studien über die Granite von Schweden*. Bull. Geol. Inst. Upsala.

wodurch das ausgehende Licht genau parallel wird. *C* ist ein Glas-Polarisator, bestehend aus 4 gewöhnlichen Glasplatten  $18 \times 24$  cm, deren Rückseite mit einem Stück schwarzen Papier bedeckt war. *C* ist auf bestmögliche Polarisation eingestellt, d. h. die Normale von *C* bildet mit der Richtung des einfallenden Lichtes einen Winkel von etwa  $56^\circ$ . Das von *C* reflektierte, grösstenteils polarisierte, parallele Lichtbündel geht durch den zweiten Linsenteil *D* des Sammellinsensystemes, mit einer Brennweite von etwa 28 cm.

Unmittelbar vor *D* ist das Gesteinpräparat *E* aufgestellt. Photographiert wird dasselbe mit einer gewöhnlichen Camera *G*, deren Objektiv *F* dem Fokus von *D* nahe steht. Das Objektiv *F* bestand aus einem gewöhnlichen Steinheilschen Aplanat (von einem Eastman Folding Kodak) mit 18 cm Brennweite, in dessen Mitte ein kleines Nikol-Prisma angebracht war, wie näher aus Fig. 2 ersichtlich.

*a* ist ein kleines Nikol mit Metall-Fassung, zu einem mineralogisch-petrographischen Mikroskop von Fuëss gehörend. Um dasselbe im Centrum des Objectives *F* zu befestigen, wurde ein Holzstückchen *b* auf der Drehbank hergestellt; dasselbe stützt sich gegen den Blenden-Vorsprung *c*.

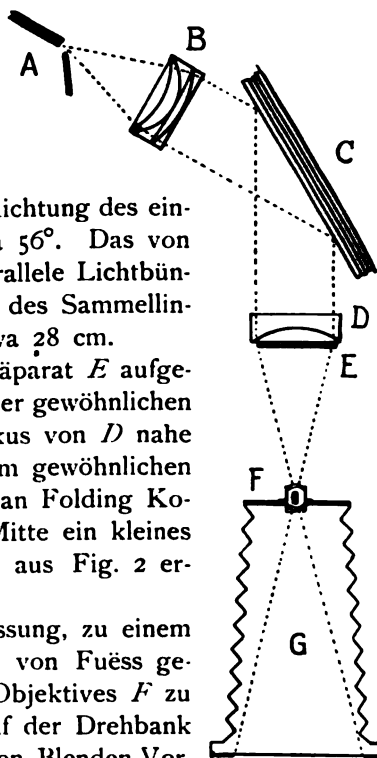


Fig. 1.

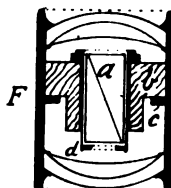


Fig. 2.

Das Objektiv *F* mit dem Analysator wird in seiner Fassung so gedreht, dass das auf die Visierscheibe fallende Licht eine maximale Auslöschung zeigt. Durch eine Justierung von *C* und *D*, ohne Präparat, gelingt es ohne Schwierigkeit, das Sehfeld sehr gleichförmig und ziemlich vollständig ausgelöscht zu bekommen; bei dem Einjustieren ist es allerdings angenehm, nicht allein zu arbeiten.

Als Beleg dafür, dass diese Methode völlig zufriedenstellende Resultate ergibt, wird eine photographische Aufnahme von einem grossen Kugelgranit-Präparat (aus Virvik, Finnland; Präparator A. R. ANDERSSON, Upsala) bei nur 1,8 maliger Vergrösserung reproduziert (Taf. I).

Dass die Auslöschung eine völlig gleichmässige ist, ist besonders auffällig, wenn man den hellen Lichtstreifen ganz unten beobachtet<sup>1</sup>; derselbe wird dadurch verursacht, dass das Auslöschungsvermögen des Nikols hier aufhört. Innerhalb dieser Grenze ist die Auslöschung, wie ersichtlich eine überall gleichmässige. Das objektive Sehfeld, welches die Photographie darstellt, ist in diesem Falle nahezu  $7 \times 10$  cm, und es besteht keine Schwierigkeit, dasselbe so weit auszudehnen, wie es der Durchmesser des Sammellinsensystemes erlaubt, bzw. grössere Sammellinsen zu benutzen.

<sup>1</sup> Durch Versehen bei der Reproduktion wurde derselbe leider weggeschnitten.

Die eigentliche Fehlerquelle dieser Methode liegt darin, dass das ins Objektiv eingesetzte Nikol-Prisma ja einigermaßen die Korrektion des Objektives verschlechtern muss. Es wäre richtiger den Abstand der beiden Hälften des Objektives soviel zu vergrössern, wie es der durch die Einführung des Prismas verursachten Verminderung des optischen Abstandes der Objektivhälfte entspricht. Jedoch ist dies ohne Belang, denn die eingeführten Fehler werden in befriedigender Weise durch eine bei *a* Fig. 2 eingesetzte Blende (Durchmesser 7 mm) aufgehoben. Die unbedeutlichen Abbildungsfehler, die auf der Photographie eventuell vorhanden sind, dürften auf das Aussehen des Bildes nicht merklich einwirken.

Upsala, im März 1909.





### 3. Über relikte und fossile nördliche Binnenmollusken in Schweden.

Von

Richard Hägg.

---

Bei der folgenden Zusammenstellung habe ich dieselben Prinzipien im Auge gehabt, wie bei meinem in diesem Bulletin, Volum VIII (1907) publicierten Aufsatz »Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden als Beweise für wärmeres Klima in der Quartärzeit«, zu welcher diese Seiten als ein Supplement anzusehen sind.

Die nördlichen Formen, die südlich von ihren mehr zusammenhängenden Verbreitungsgebieten sporadisch vorkommen und die ich als wahrscheinliche Relikten betrachte, sind:

1. *Helix harpa* SAY.
2. *Pupa muscorum*, MÜLL. Var. *Lundströmi* WESTERLUND.
3. *Pupa columella* G. v. MARTENS.
4. *Pupa Genesii* GREDLER.
5. *Pupa arctica* WALLÉN.
6. *Pupa arctica*, Var. *extima* WESTERLUND.
7. *Planorbis dispar* WESTERLUND.
8. *Planorbis albus* MÜLLER. Var. *cinctus* WESTERLUND.
9. *Planorbis Strömi* WESTERLUND.
10. *Planorbis borealis* LOVÉN.
11. *Pisidium Scholtzi* CLESSIN. Var. *lapponicum* CLESSIN.
12. *Margaritana margaritifera* LIN. Var. *borealis* WESTERLUND.

Folgende nördliche Formen sind in quartären Ablagerungen südlich von ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet gefunden worden:

- |   |   |
|---|---|
| 1. <i>Patula ruderata</i> Stud.         | 6. <i>Valvata alpestris</i> BLAUNER.    |
| 2. <i>Helix adela</i> WESTERLUND.       | 7. <i>Valvata glacialis</i> WESTERLUND. |
| 3. <i>Pupa columella</i> G. v. MARTENS. | 8. <i>Sphaerium subsolidum</i> CLESSIN. |
| 4. <i>Pupa Genesii</i> GREDLER.         | 9. <i>Pisidium Lindströmi</i> CLESSIN.  |
| 5. <i>Planorbis borealis</i> LOVÉN.     |   |

## I. Relikte Formen.

### 1. *Helix harpa* SAY.

Findet sich als Relikt bei Lima in Dalekarlien, Gefle, Lindbo in Västmanland und in der Stockholmer Gegend (WESTERLUND 1897), sowie in Wester- und Österhaninge in Södermanland (ODHNER). Die Art ist ausserdem allgemein in ganz Lappland (WESTERLUND 1897), wo sie auf Sarek bis zu 730 m. ü. M. (ODHNER) vorkommt. Ist seltener in Jämtland und Härjedalen (WESTERLUND 1897).

Findet sich wahrscheinlich in ganz Norwegen, besonders im nördlichen Teil bis nach dem Varangerfjord (WESTERLUND 1897). Nach LUTHER ist in Finnland diese Art allgemein in Lappland und im nördlichen Finnland. Nimmt im mittleren Finnland an Frequenz ab, wo sie am südlichsten in Satakunda und Süd-Savolax und am östlichsten auf der östlichen Kolahalbinsel und im onegischem Karelen (LUTHER) vorkommt. Im südlichen Finnland fehlt sie vollständig, ausser auf dem 110 m. hohen Kas-Berg auf Åland, wo dieselbe wahrscheinlich von einer kälteren Zeit her relikte ist (LUTHER). Ist in Russland nur in Ingermanland bei Lehäjsa am Finnischen Meerbusen nach LINDHOLM (1902) gefunden worden, welcher der Ansicht ist, dass sie möglicher Weise mit Treibholz von Finnland gekommen ist.

In Europa ist dieselbe im übrigen nur in den Riffalpen in der Schweiz 2,100 m. ü. M. (WESTERLUND 1888) gefunden, wo sie wohl als ein Relikt von der Eiszeit her zu betrachten ist. Findet sich in Asien in Persien (Astrabad nach LUTHER), in Sibirien auf der Tschuktscher Halbinsel (WESTERLUND 1885), Kamtschatka (BINNEY), Amurgebiet (WESTERLUND 1885) Behringsinsel (WESTERLUND 1885).

Kommt in Amerika in Alaska (WESTERLUND 1885), Canada (BINNEY), Maine (BINNEY) und New Hampshire (BINNEY) vor.

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

### 2. *Pupa muscorum* MÜLLER. Var. *Lundströmi* WESTERLUND.

Wird als Relikt bei Upsala gefunden.

Lebt ausserdem in Jämtland bei Östersund (WESTERLUND 1897) und bei Ås (KJELLMARK 1904).

Findet sich in Norwegen auf Lofoten (WESTERLUND 1897), auf Island (WESTERLUND 1897), in Sibirien im Gouvernement Jeneisejsk zwischen 61°—69° 25' n. Br. (WESTERLUND 1885).

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

### 3. *Pupa columella* G. v. MARTENS.

Kommt als Relikt bei Klintehamn auf Gotland vor.

Lebt ausserdem in Lule Lappmark und zwischen 67 $\frac{1}{2}$ °—61° n. Br.

(WESTERLUND 1897). Kommt auf Sarek bis zu 730 m. ü. M. vor (ODHNER). Findet sich in Norwegen bis Vardö (WESTERLUND 1897), in Finnland bei Jakobstad (WESTERLUND 1897) und in den Gebirgsregionen in Kuopio und russisch Karelen mit anderen nördlichen Arten (WESTERLUND 1885).

Findet sich in Sibirien im Gouvernement Jenisejsk zwischen 61°—70° n. Br. und Irkutsk? (WESTERLUND 1885) und auf der Tschuktscher Halbinsel (WESTERLUND 1885) im Amurgebiet (WESTERLUND 1885) und in Alaska bei Porte Clarence (WESTERLUND 1885).

In den Alpen (Tyrol und Schweiz) in den oberen Wald- und alpinen Regionen (CLESSIN 1887) kommt bis zu 2,100 m. ü. M. eine sehr nahe-stehende Art (*Pupa Gredleri*, CLESSIN), vor, die sich vermutlich nach der Eiszeit aus *Pupa columella* entwickelt hat.

Fossil in quartären Ablagerungen in Schweden ist sie gefunden worden: in Schonen im Kalktuff bei Benestad, im unteren Teil der Kiefernzone (KURCK 1901), bei Mellby in Wiesenkalk (KURCK 1904), bei Sigridslund in Tuff (KURCK 1904), bei Hvitaby in Tuff (KURCK 1904), und bei Toppeladugård in spätglacialem Torf (HOLST 1906). Von grossem Interesse ist, dass sie fossil in quartären Ablagerungen in Thüringen (WÜST) und bei Stuttgart (G. v. MARTENS) gefunden worden ist.

#### 4. *Pupa Genesii* GREDLER.

Kommt als Relikt von Westergötland bis Dalekarlien vor (WESTERLUND 1897, HÄGG). Kommt dagegen nicht lebend bei Östersund in Jämtland vor, wie WESTERLUND (1897) angiebt (HÄGG nach KJELLMARK).

Lebt sonst nur in Tyrol in der oberen Waldregion in einer Höhe bis zu 1,500 m. ü. M. (CLESSIN 1887).

Findet sich fossil in quartären Ablagerungen in Schonen in Kalktuff und in Wiesenkalk bei Benestad, wo sie in der ganzen Kiefernzone gemein ist und in dem unteren Teil der Eichenzone sparsam vorkommt (KURCK 1901), bei Örup in Tuff (KURCK 1904), bei Mellby in Sand (KURCK 1904), und bei Toppeladugård (HOLST 1906) in Torf von dem spätglacialen Temperaturmaximum (JOHANSEN 1906). WESTERLUNDS Angabe (1897), dass sie bei Petersborg in Schonen vorkommen soll, ist dagegen unrichtig (KURCK 1904). Kommt fossil in Jämtland bei Rösta in atlantischem und subatlantischem Wiesenkalk und in subborealem und subatlantischem Torf, bei Dille in Wiesenkalk, bei Täng in Wiesenkalk, Torf und Tuffblock (KJELLMARK 1904) sowie bei Östersund (HÄGG nach KJELLMARK) vor.

Das letzte Lokal wird von WESTERLUND als Fundort für lebende Exemplare angegeben.

In meinem vorhergehenden Aufsatz (p. 257—258) war ich mir nicht klar darüber, wie diese Art aufzufassen sei. Indessen ist es wohl das Richtige, sie als ein glaciales Relikt zu betrachten, das bisher noch nicht

lebend in arktischen Gegenden gefunden worden ist, sondern nur in den Alpen.

5. *Pupa arctica* WALLÉN.

Kommt als Relikt in Södermanland bei Nackanäs und Mölby und in Småland bei Tenhult (WESTERLUND 1897) vor.

Lebt ausserdem in Lappland und Härjedalen (WESTERLUND 1897). In Sarek geht sie bis 550 m. ü. M. (ODHNER). Findet sich in Norwegen in der Ostfinnmark bis an Nordkap (WESTERLUND 1897). Kommt in ganz Finnland vor, ist jedoch nach dem Norden zu gemeiner und wird in Lappland viel grösser als im südlichen Finnland (LUTHER). Findet sich in Estland bei Reval (LUTHER). Ist dort wahrscheinlich relikte. Nach LUTHER hat sie dort eine etwas abweichende Form. Findet sich in Deutschland nur auf den höchsten Spitzen des Riesengebirges und bei Tegel? bei Berlin (CLESSIN 1887). Kommt in Tyrol nur in der alpinen Region vor. Findet sich in Sibirien im Gouvernement Irkutsk? (WESTERLUND 1885) und auf der Tschuktscher Halbinsel (WESTERLUND 1885). Kommt auf der Beringsinsel (WESTERLUND 1885) und Alaska (WESTERLUND 1885) vor.

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

6. *Pupa arctica* WALLÉN. Var. *extima* WESTERLUND.

Kommt als Relikt in Södermanland bei Dalbyö (WESTERLUND 1897) vor.

Lebt ferner in Jämtland bei Östersund (WESTERLUND 1897).

Ausserdem ist diese Art nur in Sibirien im Gouvernement Jenisejsk (WESTERLUND 1897) gefunden worden.

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

7. *Planorbis dispar* WESTERLUND.

Kommt als Relikt in Uppland bei Forsmark, in Dalslaud bei Norra Bäckebol und in Blekinge bei Ronneby (WESTERLUND 1897) vor.

Lebt ausserdem in Jämtland, Medelpad und Hälsingland (WESTERLUND 1897).

Findet sich in Norwegen in Tangvald, West Åker und Kragerö. (WESTERLUND 1897). Findet sich in Dänemark in Fuursö auf Sjælland (WESTERLUND 1897), wo sie wahrscheinlich relikte ist. Lebt in Finnland in der Gebirgsregion in Kuopio und Russisch Karelen mit anderen nördlichen Formen zusammen (WESTERLUND 1885). Kommt in Russland im Gouvernement Perm (BOETTGER) vor. Wird von WESTERLUND (1874) auch als in Bayern vorkommend angegeben, doch ist diese Angabe an keiner anderen Stelle in der Litteratur wiederzufinden.

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

8. *Planorbis albus*, MÜLLER Var. *cinctus* WESTERLUND.

Kommt als Relikt in Värmland bei Karlstad vor.

Lebt ausserdem in Lappland im Torneträsker Gebiet bis 550 m. ü. M. (ODHNER) und in Jämtland (WESTERLUND 1897).

Findet sich in Norwegen bei Kristiansand, Arendal, Ramnäs, Sandefjord, Moss, Österdalen (gemein), Ringsted (gemein), und Hedemarken (WESTERLUND 1897). Findet sich in Finnland nur im nördlichsten Lappland, wo sie die im südlichen Finnland verbreitete Hauptart (LUTHER) ersetzt.

Findet sich ausserdem im östlichen Sibirien (WESTERLUND 1877) und im Amurgebiet (WESTERLUND 1877).

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

9. *Planorbis Strömi* WESTERLUND.

Kommt als Relikt in Värmland bei Karlstad (WESTERLUND 1897) vor, ausserdem in Lappland (WESTERLUND 1897).

Findet sich in Norwegen bei Eker (WESTERLUND 1897). Findet sich in Finnland bei Uleåborg und bei Kittilä in Lappland (LUTHER). Wird von WESTERLUND (1881) für Sibirien angegeben, doch kommt diese Angabe an keiner anderen Stelle in der Litteratur vor.

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

10. *Planorbis borealis* LOVÉN.

Kommt als Relikt bei Orsa, Säter und Avesta in Dalekarlien, Upsala, Karlstad, sowie bei Eriksberg in Östergötland (WESTERLUND 1897) vor. Bei allen diesen Lokalen tritt sie in kleinerer Form auf (f. *minor* WESTERLUND) als in dem eigentlichen Verbreitungsgebiet. Die kleinere Form ist nur in diesen Reliktlokalen gefunden worden.

Die Hauptart lebt in ganz Lappland, wo sie gemein ist. (WESTERLUND 1897). Bei Torneträsk geht sie bis 538 m. ü. M. (ODHNER). Findet sich auch in Jämtland, Härjedalen und Hälsingland (WESTERLUND 1897). Ist gemein beinahe in ganz Norwegen bis nach dem Varangerfjord (WESTERLUND 1897). Findet sich in Finnland hauptsächlich in den nördlichen und östlichen Provinzen (LUTHER). Fehlt im südwestlichen Finnland, ausser auf einem Lokal auf Åland (LUTHER), wo sie wahrscheinlich relikte ist. Ist in Russland von Archangel (WESTERLUND 1885) und St. Petersburg (LUTHER) bekannt. Findet sich in Sibirien im Gouvernement Tobolsk, Jenisejsk bis  $70\frac{1}{2}^{\circ}$  n. Br., Irkutsk? (WESTERLUND 1885) und Jakutsk? (WESTERLUND 1885). Kommt auf Kamtschatka<sup>1</sup> (WESTERLUND 1877), im Amurgebiet (WESTERLUND 1885) und Alaska (WESTERLUND 1885) vor.

Findet sich fossil im südlichen Schonen in Torfmooren z. B. bei Stenstorp (WESTERLUND 1897).

<sup>1</sup> Wird hier von WESTERLUND 1885 nicht genannt.

11. *Pisidium Scholtzi* CLESSIN, Var. *lapponicum* CLESSIN.

Kommt relik in Dalekarlien bei Långshyttan und Hedemora (WESTERLUND 1897) vor. Lebt ausserdem in Lappland und Jämtland (WESTERLUND 1897). Ist auch von Sibirien (WESTERLUND 1890) bekannt.

Ist in Schweden nicht fossil gefunden worden.

12. *Margaritana margaritifera* LIN. Var. *borealis* WESTERLUND.

Kommt relik in Dalekarlien im Rönnewallfluss im Wiska Kirchspiel (WESTERLUND 1897) vor.

Lebt ausserdem in Lule Lappmark bei Jockmock und Silbojock (WESTERLUND 1897). Ist an anderen Stellen lebend nicht gefunden worden.

Findet sich nicht fossil in Schweden.

## II. Fossile Formen.

1. *Patula ruderata* STUDER.

Kommt fossil in Schonen im Kalktuff bei Benestad (KURCK 1901) in der Kiefernzone (gemein) und im unteren Teil der Eichenzone (sparsam) vor, bei Eskatorp in Tuff (KURCK 1904), bei Kiviks-Esperöd in Torf (KURCK 1904), bei Melby in Tuff, Wiesenkalk und Torf (KURCK 1904), bei Sigridslund in Tuff und Torf (KURCK 1904), bei Hvitaby in Wiesen- kalk (KURCK 1904), bei Keflinge in Schweminton (DE GEEK 1887), bei Lomma in postglacialem Sand (HOLST und MOBERG) und im Hafen von Ystad (gemein WESTERLUND 1874), vermutlich aus dem borealen, schwarzen Sand unter dem submarinen Torfmoore. Findet sich fossil in Westergötland bei Öfvertorp in Wiesen- kalk mit Tuff (MUNTHE 1906) und bei Skultorp in borealen und atlantischen Schichten und in unterem Wiesen- kalk, ohne angegebenes Alter (HULTH).

Findet sich fossil auf Gotland bei Stigstäde in Moorerde »Torfdy« unter Littorinasand (LINDSTRÖM 1886) und in Nerke bei Berga in Axberga Kirchspiel in atlantischem Tuff, subborealen Humus, subatlantischem Tuff und jüngerem Humus, sowie in Tuff von unbekanntem Alter (KJELL- MARK 1897). Ist in Jämtland fossil bei Täng in Torf, bei Tysjön in Wiesen- kalk und bei Rösta in atlantischem Wiesen- kalk (selten), subborealem Torf (gemein) und in jüngerem Torf gefunden worden (reichlich, KJELL- MARK 1904).

Die Art lebt jetzt gemein von Lule Lappmark bis nach dem små- ländischen Hochland (WESTERLUND 1897). Kommt auf Sarek bis zu einer Höhe von 730 m. ü. M. (ODHNER) vor. Sie ist selten oder sehr selten auf Gotland und Öland, sowie in Blekinge und Schonen. (WESTERLUND 1897).

Findet sich in ganz Norwegen, wo sie im nördlichen Teil (WESTER- LUND 1897) gemein ist. Findet sich in Dänemark nur bei Bronsjöholm

und Fredriksdal (sehr selten), auf Själland, sowie bei Bornholm (WESTERLUND 1897). Ist wahrscheinlich relikte auf den dänischen Lokalen. Ist gemein in ganz Finnland (LUTHER). Kommt in Russland bei Archangel (LUTHER), Petersburg (LUTHER) Reval (LUTHER), Perm (WESTERLUND 1885) vor und ist nach TAYLOR auch von Lifland, Kurland, Polen, Voronesh, Volynien, Moskau, Smolensk, Kharkow, Olonetz, Orel, Orenburg und Krim bekannt.

Findet sich in Deutschland allgemein nur in den höheren Gebirgen, Harz, Böhmerwald, Erzgebirge, den schlesischen Gebirgen und Alpen und ausserdem in der Provinz Ostpreussen im Wald von Kleinheide und im Park von Warnicken, bei Halle a. S. und in Württemberg bei Cannstadt (CLESSIN 1887). Wird auch für Brandenburg, Anhalt, Lippe, Nassau, Baden und Bayern (TAYLOR) angegeben. Findet sich in Österreich nur auf den höheren Gebirgen: Karpaten, Böhmerwald und Tatra (CLESSIN 1887). Findet sich in dem Gebirge von Siebenbürgen (CLESSIN 1887). Wird ausserdem für Salzburg, Steyermark, Kärnten, Krain, Ungarn, Banat und Moravia (TAYLOR) genannt.

Findet sich in den Alpen in der Schweiz bis 2,100 m. ü. M. (CLESSIN 1887 TAYLOR).

Findet sich in Frankreich in Gebirgsgegenden: côte d'Or, Jura, Savoyen, Hautes Alpes und Pyreneen (TAYLOR).

Findet sich in Italien in den Piemonter und den Lombardischen Alpen bis 3000 m. ü. M. (TAYLOR) und auf Sizilien? (TAYLOR).

Kommt in der westlichen und mittleren Europa im allgemeinen nur in Gebirgsgegenden vor, geht jedoch in Russland vom Klima abhängig bis nach den Ebenen hinunter.

Findet sich in Kaukasien (WESTERLUND 1890), Armenien (WESTERLUND 1890) und nordwestlichen Persien (TAYLOR),

Findet sich in Sibirien, in den Gouvernements Tobolsk, Tomsk, Jenisejsk von 59° 30' bis 65° 55' n. Br., in Irkutsk und Jakutsk (WESTERLUND 1885). Kommt auf Kamschatka (WESTERLUND 1885) und im Amurgebiet (WESTERLUND 1885) vor, auch im nördlichen China, auf Schachalin und auf Jesso (TAYLOR). Nach WESTERLUND (1873) soll sie auch auf Kadjak (Süd-Alaska) vorkommen, aber diese Angabe ist in der Litteratur sonst nicht wieder zu finden. Wahrscheinlich bezieht sie sich auf irgend eine Varietät oder nahestehende amerikanische Art. Von Interesse ist, dass die Art fossil in älteren quartären Schichten in England und in jüngeren quartären Schichten in Belgien und Jütland, wo sie jetzt nicht mehr lebt, gefunden worden ist.

## 2. *Helix adela* WESTERLUND.

Kommt fossil im Hafen von Ystad (WESTERLUND 1874) vor, wahrscheinlich aus dem borealen schwarzen Sand auf dem Grunde des submarinen Torfmoors. Ist lebend nur in den schwäbischen Alpen bei Eyach,

hönthal in Württemberg und bei Halle a. S. (CLESSIN 1884) gefunden worden. CLESSIN (1884) betrachtet sie als identisch mit *Helix tenuilabris* BRAUN, welche lebend in Russland im Gouvernement Perm (BOETTGER) und im Gouvernement Kursk (LINDHOLM 1901, doch nur eine leere Schale), in Sibirien im Gouvernement Jenisejsk zwischen 60° 10'—68° 55' Br. (WESTERLUND 1885) und im Amurgebiet (WESTERLUND 1885) gefunden worden ist.

Fossil ist *Helix tenuilabris* in quartären Ablagerungen in ganz Deutschland (CLESSIN 1884) sehr gemein.

LUTHER hält *Helix adela* möglicherweise für identisch mit *Helix tremma*, WESTERLUND von der Insel Ras Ostrow im Weissen Meer.

Nach BOETTGER kommt *Helix tenuilabris* im Gouvernement Perm vor, mit *Succinea oblonga* DRAP, *Limnaea palustris* MÜLL. var. *diluviana* ANDR., *Patula ruderata* STUD. *Planorbis riparius* WEST und mehreren *Valvata*-Arten zusammen, welche alle charakteristisch für eine Periode in Deutschlands Quartär sind. Sie geben ein Steppenklima an. Ist *Helix adela* identisch mit *Helix tenuilabris*, so könnte ihr Vorhandensein im Norden von Ystad in borealer Schicht als Beweis für Steppenklima während dieser Periode gedeutet werden, wie es SERNANDER ja aus anderen Gründen annimmt.

### 3. *Pupa columella* G. v. MARTENS.

Da diese Art reliktd südlich von ihrem eigentlichen Verbreitungsgebiet vorkommt, ist sie bereits vorher behandelt worden (p. 25).

### 4. *Pupa Gencsii*, GREDLER.

Ist bereits vorher behandelt worden (p. 26), da sie reliktd ist.

### 5. *Planorbis borealis* LOVÉN.

Für diese gilt dasselbe wie für die beiden letzt genannten (p. 28).

### 6. *Valvata alpestris* BLAUNER.

Kommt fossil auf Öland in Torfmooren bei Borgholm bei einer Tiefe von 10—15 Fuss (WESTERLUND 1881) und auf Gotland bei Likmäde bei Lemse (WESTERLUND 1897) vor. Lebt jetzt in Lappland in Luossajärvi o. m. ü. M. (ODINER), in Västerbotten bei Jörn und in Jämtland (gemein WESTERLUND 1897).

Fehlt in Norwegen. Findet sich in Finnland im nördlichen Savolax (LUTHER). Findet sich in Russland im Gouvernement Perm und Gouvernement Orenburg (BOETTGER). Kommt ausserdem in Bayern, Erzherzogtum Österreich, Tyrol und Schweiz in den Alpenseen sowie bei Unterensdorf in Württemberg (CLESSIN 1887 und 1889) vor. Wird von WESTERLUND (1881) für Steyermark genannt.



7. *Valvata glacialis*, WESTERLUND.

Kommt fossil bei Smedstorp<sup>1</sup> in Schonen in Wiesenkalk (WESTERLUND 1881, 1897, KURCK 1904) vor. Ist niemals lebend gefunden worden.

8. *Sphaerium subsolidum* (CLESSIN).

Kommt fossil in spätglacialem Süßwasserton bei Alnarp in Schonen (ziemlich gemein CLESSIN 1888) vor.

Ist nicht lebend gefunden worden.

9. *Pisidium Lindströmi* CLESSIN.

Kommt fossil in spätglacialem Süßwasserton bei Alnarp und Hofgård in Schonen (CLESSIN 1888) vor.

Ist nicht lebend gefunden worden.

---

<sup>1</sup> Nach KURCK ist WESTERLUNDS Angabe unrichtig, wenn er »Glacialton bei Stentorp« angiebt.

## Literaturverzeichnis.<sup>1</sup>

- Boettger, Oskar.* Zur Molluskenfauna der russischen Gouvernements Poltawa, Perm und Orenburg. Nachrichtenblatt deutsch. malak.-zool. Ges. 21. Jahrg. Frankfurt a. M. 1889.
- Clessin, S.* Deutsche Excursions-Mollusken-Fauna. 2. Aufl. Nürnberg 1884—1885.
- Clessin, S.* Die Mollusken-Fauna Österreich-Ungarns und der Schweiz. Nürnberg 1887—1890.
- Clessin, S.* Über zwei neue Lamellibranchiaten aus den postglacialen Schichten Schonens Öfv. K. Sv. Vet.-Akad. 45. Årg. 1888. N:o 5. Stockholm 1888.
- Hügg, Richard.* Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden als Beweise für wärmeres Klima während der Quartärzeit. Bull. Geol. Institut. of Upsala. Vol. VIII. Upsala 1908.
- Jentzsch, C. C.* Das Quartär der Gegend um Dresden und über die Bildung des Löss im Allgemeinen. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. N. F. Bd. 6. Berlin 1872.
- Lindholm, Wilh. A.* Beiträge zur Kenntniss der Weichthierfauna Süd-Russlands. Nachrichtenblatt deutsch. malak.-zool. Ges. 33. Jahrg. Frankfurt a. M. 1901.
- Lindholm, Wilh. A.* Einige für die Fauna des St. Petersburger Gouvernements neue Binnenmollusken. op. cit. 34. Jahrg. 1902.
- Luther, A.* Verzeichnis der Land- und Süsswassermollusken der Umgebungen Revals. Ein Beitrag zur Fauna Estlands. Acta soc. fauna et flora fennica. Vol. 20. N:o 2. Helsingfors 1901.
- Martens, G. von.* Württenbergs Fauna 1830.
- Munthe, Henr.* Beskrifning till kartbladet Tidaholm. Sv. Geol. Unders. Ser. Aa. N:o 125. Stockholm 1906.
- Nathorst, A. G.* Ett par glaciala »pseudorelikter». Botaniska Notiser för år 1895. Hft. 1. Lund 1895.
- Sernander, Rutger.* Om s. k. glaciala relikter. Botaniska Notiser för år 1894. Hft. 5. Lund 1894.
- Taylor, John W.* A Monograph of the Land and Freshwater Mollusca of the British Isles. Part 1—16. London 1894—1909.
- Westerlund, Carl Agardh.* Malakologische Studien, Kritiken und Notizen. 10. Conspectus specierum et varietatum in Europa viventium generis Planorbis. Guett. Malak.-zool. Blätter. Bd. 22. Cassel 1874.
- Westerlund, Carl Agardh.* Malakologiska bidrag. Öfv. K. Sv. Vet.-Akad. 38 Årg. 1881. N:o 4. Stockholm 1881.
- Westerlund, Carl Agardh.* Fauna der in der paläarktischen Region lebenden Binnenconchylien. Lund, Karlskrona, Karlshamn. 1888—1890.
- Wüst, E.* Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleistozän Thüringens. Abh. naturf. Ges. zu Halle. Bd. 23. Stuttgart 1901.

<sup>1</sup> Ist nur eine Komplettierung zu meinem vorhergehenden Verzeichnis.

#### 4. Ein paar Labyrinthodontenreste aus der Trias Spitzbergens.

Von  
Carl Wiman.  
(Hierzu Taf. II.)

Im Sommer 1896 fanden J. W. GREGORY und E. J. GARWOOD in den Triasschichten des Sticky Keep im Isfjordsgebiet auf Spitzbergen Reste eines Labyrinthodonten. Sticky Keep ist ein von M. CONWAY<sup>1</sup> benannter Berg am Südwestrande des Sassenthales etwa 10 Km. von der Mündung des Sassenflusses in Sassenbay. Die Labyrinthodontenreste befinden sich im British Museum und sind 1904 von A. SMITH WOODWARD<sup>2</sup> unter dem Namen *Aphancramma rostratum* beschrieben worden.

Es sind dies die ersten Stegocephalenreste, aus einem Polargebiet, welche beschrieben worden sind. Ich sehe dabei von den wahrscheinlich von Ichthyosauriern herrührenden Resten ab, welche N. YAKOWLEW<sup>3</sup> als zu den Labyrinthodonten gehörig gedeutet hat.

Während der schwedischen, von G. DE GEER geleiteten Expedition nach dem Isfjord auf Spitzbergen 1908 fand Phil. Stud. BERTIL HÖGBOM auf Marmiers Berg — dem nordwestlichen Nachbarn des obenerwähnten Sticky Keep — im unteren Teil des Posidonomyaschiefers<sup>4</sup> den unten beschriebenen Oberkiefer eines Labyrinthodonten. Dieses Exemplar gehört dem Geologischen Museum in Upsala.

Als ich aus Anlass meiner Teilnahme an der obenerwähnten Expedition 1908 im Reichsmuseum in Stockholm die dort befindliche Sammlung arktischer Vertebraten studierte, fand ich das unten als *Lonchorhynchus*

<sup>1</sup> The First Crossing of Spitsbergen. London J. M. Dent et Co. 1897.

<sup>2</sup> On Two New Labyrinthodont Skulls of the Genera *Capilosaurus* and *Aphancramma*. Proceed. of the Zool. Soc. of London 1904 Vol. 2 s. 170.

<sup>3</sup> Neue Funde von Trias-Sauriern auf Spitzbergen. Verh. der Russ. Kais. Min. Ges. St. Petersburg. Ser. 2 Bd. 40 s. 179 1903 und Nachtrag zu meiner Abhandlung "Neue Funde von Trias-Sauriern auf Spitzbergen" und Bemerkungen zu der von Prof. Koken verfassten Recension dieser Abhandlung. Ibid Bd. 41 Seite 165.

<sup>4</sup> In der Literatur findet man meistens Posidonomyakalk und Daonellakalk. Das Gestein ist ein bituminöser Mergelschiefer mit spärlichen Kalkknollen.

Öbergi beschriebene Stück. Es ist schon 1872 während der schwedischen Phosphoritexpedition von dem damaligen Docenten in Upsala P. ÖBERG in der Nähe der schwedischen Station am Kap Thordsen im Isfjord gefunden worden.

Professor G. HOLM hat mir das Exemplar gütigst zu Bearbeitung überlassen.

Wie aus obigen Notizen hervorgeht ist das von HÖGBOM gefundene Stück das einzige, dessen geologisches Niveau genau hat festgestellt werden können. Es ist ein nur wenige Meter mächtiger unterer Teil des Posidonomyaschiefers mit einer bestimmten Ammonitenfauna und relativ reich an Fischresten. Nachdem wir das Niveau am südlichen Ufer des Sassenbay kennen gelernt hatten, war es leicht dieselbe Schicht auf Marmiers Berg wiederzufinden, und dabei wurde der erwähnte Oberkiefer angetroffen. Dasselbe Niveau setzt sich im Sassenthal auch durch Sticky Keep fort, es scheint mir deshalb wahrscheinlich, dass das da gefundene Exemplar aus eben dieser Schicht stammt.

Das Exemplar von Kap Thordsen kann auch aus demselben Lager stammen. Es liegt in einem ellipsoidischen Kalkknollen von demselben Aussehen, wie diejenigen am Sassenufer. Das in Rede stehende Niveau taucht auf Kap Thordsen südlich von Skansbay aus dem Meer, und man weiss, dass ÖBERG seine Excursionen bis nach Skansbay ausgedehnt hat.

### **Labyrinthodon sp.**

Taf. II. Fig. 1—1 c.

Ich habe es nicht für zweckmässig gehalten, dieses Exemplar mit einem Namen zu belegen, es ist zu unvollständig und ausserdem ist es ja nicht ausgeschlossen, dass es eben zu *Aphaneramma* gehört. Die Grösse und die Form spricht für diese Annahme, aber das Exemplar umfasst eben Teile, die man bei *Aphaneramma* nicht kennt.

Das Stück besteht aus einem Teil des Oberkiefers von oben gesehen, und es sind die gut erhaltenen Zähne, welche die Reste auf der Gesteinsplatte festnageln. Die Knochen selbst sind zum grossen Teil weggefallen, so dass man den Abdruck der Unterseite des Oberkiefers sieht. Von Suturen zwischen den Knochen sieht man am Original und an der vollkommen objektiven Fig. 1, Taf. II nur die Grenzen zwischen dem Knochen, den ich auch im vorderen Teil als Parasphenoideum aufgefasst, und die Vomerer; ferner an der rechten Seite einen erhabenen Streifen, welcher die Grenze zwischen Pterygoideum und Palatinum sein dürfte. Auf Textfig. 1 habe ich die Suturen eingezeichnet, so wie ich mir vorstelle, dass sie verlaufen. Wenn meine Deutung richtig ist, so ist der Processus cultriformis des Parasphenoideum ungemein lang und breit. Ich habe mich bemüht, auch nur eine Andeutung einer vorderen Grenze des Parasphenoideum zwischen den Foramina palatina zu finden, aber umsonst; das Parasphenoideum macht einen

so einheitlichen Eindruck, wie nur möglich. An der vordersten Spitze erweitert sich der Processus cultriformis ein wenig, was wohl andeuten dürfte, dass es nach ein paar mm endet. Dass ich die gar nicht sichtbare Grenze zwischen Vomer und Palatinum so gelegt habe, wie auf der Textfigur, beruht teils darauf, dass es ein gewöhnlicher Verlauf dieser Suture

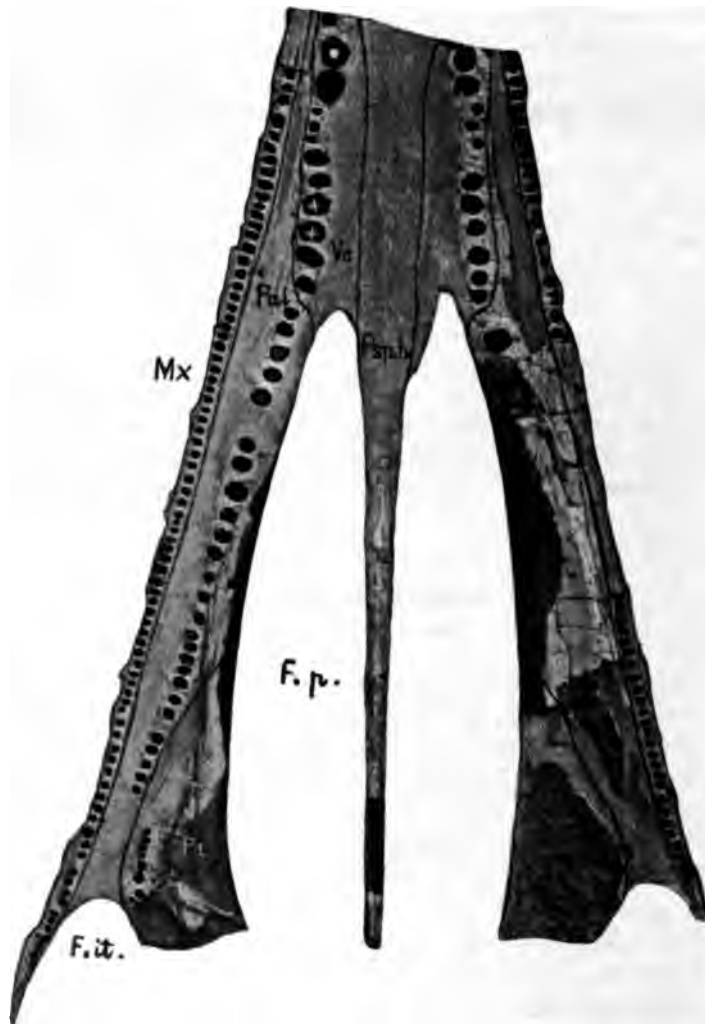


Fig. 1 *Labyrinthodon* sp. Dasselbe Exemplar wie Fig. 1, Taf. II Mx Maxillare, Pal Palatinum, Vo Vomer, Pt Pterygoideum, Psph Parasphenoideum, F. p Foramen palatinum, F. it Foramen infratemporale.

ist, und teils darauf, dass es eine Discontinuität in der inneren Zahnreihe giebt, welche andeutet, dass sie hier eine Naht überquert. Die Grenze des Maxillare kann nicht anders verlaufen. Die Foramina palatina sind ausserordentlich lang, was natürlich damit in Zusammenhang steht, dass

das ganze Kranium sehr lang und schmal ist und einer Art mit sehr spitz ausgezogener Schnauze gehört. Daher dürfte auch die ungewöhnliche Form des Parasphenoideums kommen. Von den Foramina infratemporalia sind nur die vorderen Ecken mitgekommen.

Die Zähne stehen in zwei Reihen, eine äussere auf dem Maxillare, und eine innere auf den Palatinum, Vomer und Pterygoideum. Die Zahnreihen sind auf der Textfigur nicht schematisch eingezeichnet, sondern wirklich beobachtet, und ihre Anzahl im rechten Maxillare dürfte ganz exakt sein. Ausser diesen zwei Zahnreihen kommen Schwärme kleinerer Zähne auf den Pterygoideen vor. Die Maxillarzähne sind einander ziemlich gleich an Grösse und bilden das gewöhnliche Perforiergebiss, aber in der inneren Reihe wechseln sie sehr am Grösse, ohne dass sich der eine oder andere Zahn als besonderer Fangzahn dokumentiert. Derselbe Zweck wird durch eine gruppenweise Anordnung der Zähne erzielt. Die Zähne sind an der Aussenseite fein gestreift, ihrem labyrinthischen Bau entsprechend. Den inneren Bau der Zähne sieht man überall, weil eben das Stück der Zähne, welches in der Knochenmasse eingesenkt ist von innen sichtbar ist. Auf Fig. 1 a, Taf. II sind die zwei Zähne im Vomer, welche auf der Textfigur 1 mit weissen Kreuzen bezeichnet worden sind, abgebildet, und man sieht hier teils den inneren Bau und teils, dass die Zähne einander so nahe stehen, dass die Entwicklung des einen Zahnes die Resorption oder Nichtentwicklung eines Teils des Nachbarzahnes voraussetzt. Auf Fig. 1 c, Taf. II, ist ein Maxillarzahn der linken Seite (auf Textfig. 1 mit einem weissen Kreuz bezeichnet) abgebildet. Am deutlichsten aber sieht man den labyrinthischen Bau der Zähne auf Fig 1 b, Taf. II. Diese Figur stellt einen künstlichen Durchschnitt des auf der Textfigur 1 mit einem weissen Punkt bezeichneten Zahnes dar.

### **Lonchorhynchus Öbergi** n. g. et n. sp.

Taf. II, Fig. 2—2 d.

Das Exemplar ist als ein fast vollständiges Negativ des Schädels erhalten, welches auf die vier Stücken einer Concretion verteilt ist. Der grössere Teil ist auf Fig. 2, Taf. II abgebildet. Der grösste Teil des Knochenpanzers am Schädel ist wegen der schroffen Oberfläche am Negativ befestigt geblieben und es ist also hauptsächlich die innere Seite dieses Panzers, welche der Untersuchung zugänglich gewesen ist. Nur am Parietale und am linken Unterkiefer sieht man etwas von der Oberflächenskulptur der Knochen in Abdruck. Die Figuren 2 a und b Taf. II, wie auch die Textfiguren, sind nach einem Gypsabgusse hergestellt, worauf ich die Suturen unter Vergleich mit dem Negativ eingezeichnet habe.

Der ganze Schädel ist in die Länge gezogen, was auch mit sich führt, dass die verschiedenen Knochenelemente lang und schmal werden. Auch sind die verschiedenen Knochen ziemlich gleichgross.

Das Prämaxillare ist nicht erhalten, da die Schnauzenspitze ausserhalb der Concretion lag und also wahrscheinlich niemals erhalten worden ist. Von den Supramaxillaren sind nur an einigen Stellen kleine Fragmente erhalten, und es ist weder an Fig. 2 b, Taf. II noch an der Textfigur 3 sichtbar. Die Grenzen des Nasale habe ich nicht sicher unterscheiden können, aber es muss relativ lang und breit gewesen sein. Das Lacrymale ist auch nicht deutlich begrenzt; soviel lässt sich aber beob-

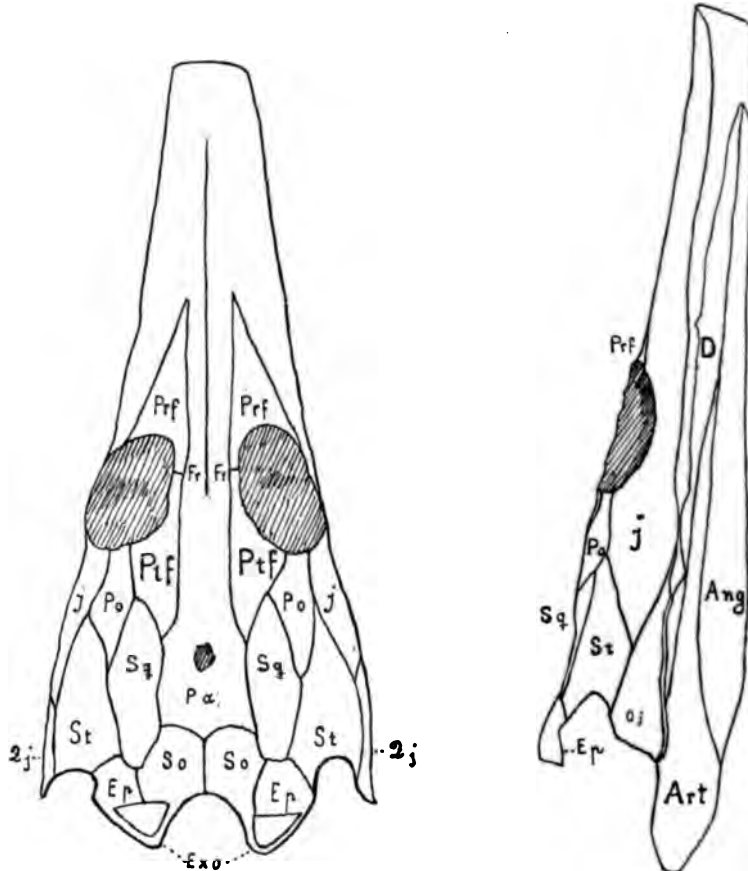


Fig. 2. *Lonchorhynchus Öbergi* von Oben.

Fig. 3. Dieselbe von der Seite.

Prf. Präfrontale, Fr. Frontale, Ptf. Postfrontale, Po. Postorbitale, P. Parietale, Sq. Squamosum, St. Supratemporale (Prosquamosum), J. Jugale, Qj. Quadratojugale, So. Supraoccipitale, Ep. Epioticum, Exo. Exoccipitale, D. Dentale, Art. Articulare, Ang. Angulare.

achten, dass es hinten nicht die Augenhöhle erreicht. Die Frontalia sind ausserordentlich schmal und werden durch die Prä- und Postfrontalien von den Augenhöhlen getrennt. Zwischen Prä- und Postfrontale habe ich eine Naht gelegt, ich bin aber nicht ganz sicher, dass sie wirklich vorhanden ist. Sonst habe ich nichts eingezeichnet, was ich nicht beobachtet habe. Das Jugale wird ziemlich hoch, weil die Augen ganz auf

der Oberseite des Schädels liegen, und zwar sehr nahe an einander. Die Parietalia sind wie gewöhnlich zusammengewachsen und umgeben das Foramen parietale. Die Squamosa sind auffallend lang. Hinten sieht man die fragmentarischen Exoccipitalia. Wie diese aber einerseits mit den Supraoccipitalien und anderseits mit den Epitoticen in Verbindung treten, lässt sich nicht beobachten. Das Quadratum ist nicht vorhanden.

Von den Schleimkanälen sind nur zwischen den Augen, Fig. 2, Taf. II, ein paar Stückchen zu sehen, aber dass genügt um zu zeigen, dass sie eine Lyra bilden.

Am Unterkiefer Textfigur 3 sieht man die gewöhnlichen drei Knochenelemente, welche ich an der Figur 3 als Dentale, Articulare und Angulare bezeichnet habe. Das Articulare bildet einen grossen Vorsprung nach hinten, wie er sonst bei Stegocephalen nicht vorkommt. Etwas ähnliches findet sich bei Vögeln z. B. bei Enten, aber da wird es von dem Angulare gebildet. Wie erwähnt, habe ich das mittlere Stück des Unterkiefers als Articulare bezeichnet. Nach neueren Untersuchungen aber<sup>1</sup> ist das Articulare viel kleiner und umfasst, wenigstens von aussen gesehen fast nur die Gelenkfläche gegen das Quadratum. Wahrscheinlich ist hier dieses Articulare im engeren Sinne ganz mit dem übrigen Teil des Knochens, dem s. g. Supraangulare verschmolzen und bildet ein Articulare in der gewöhnlichen älteren Bedeutung.

Von Zähnen sind nur an wenigen Stellen unter den Augen einige erhalten geblieben. Fig. 2 c, Taf. II zeigt eine solche Stelle. Ein anderes Stückchen habe ich abgelöst und schleifen lassen, Fig. 2 d, Taf. II. Der Bau dieser Zähne ist ja nicht besonders verwickelt, ich betrachte sie aber doch als Labyrinthodontenzähne, denn ein so kleiner Zahn kann nicht so sehr labyrinthisch sein, und die Lyra der Schleimkanäle, die Verknöcherung des Hinterhaupts und auch das geologische Alter — unterstes Glied des Muschelkalks — sprechen dafür, dass ein höherer Stegocephal vorliegt.

Von dem übrigen Skelett sind, Fig. 2 Taf. II, nur einige Rippenfragmente und die mittlere und linke Kehlbrustplatte erhalten.

---

Es dürfte eine ziemlich allgemein verbreitete Auffassung sein, dass die Stegocephalen Einwohner der Süsswasser oder des Festlandes waren, und meistens dürften dafür auch gute Gründe vorliegen.

Die hier beschriebenen Arten und *Aphancramma rostratum* dürften dagegen rein marine Thiere gewesen sein. Erstens kommen sie in rein marinen Schichten mit Ammoniten, Fischen und Ichthyosauriern zusammen vor, und diese Schichten enthalten keine ausgeschwemmten Reste von

---

<sup>1</sup> E. B. BRANSON Structure and Relationship of American Labyrinthodontidæ. Journal of Geology. Vol. 13. 1905. Seite 568.



Landpflanzen oder derartiges. Und zweitens haben die Stegocephalen Spitzbergens einen eigenen Typus den ich als marin auffassen möchte. Sie haben nicht die gewöhnliche plumpe oder höchstens Salamander- oder Tritonähnliche unbehilfliche Form, sondern sie waren schlanke, sogar elegant geformte Thiere, welche an ein bewegliches Jägerleben angepasst waren, eine Art Ichthyosaurier unter den Stegocephalen.

Wenn nun diese meine Deutung richtig ist, so würde man erwarten, dass andere Arten mit mehr zugespitztem Kranium, wie *Archægosaurus*, *Cricotus* und *Gonioglyptus* auch marin wären; das ist aber nicht der Fall: wenigstens kommen sie in vollkommen limnischen Bildungen vor. Man muss sich aber wohl vorstellen, dass ein Stegocephal, der, wenn auch limnisch, an ein mehr umherschweifendes Räuberleben angepasst ist, bessere Voraussetzungen hat, auch marin zu werden.

## Erklärung der Tafel II.

### Labyrinthodon sp.

- 1 Das Original im Geol. Inst. Upsala. Natürliche Grösse.
- 1 a Dasselbe Exemplar Zwei Zähne (+ Textfig. 1 links)  $\frac{4}{1}$ .
- 1 b » » Zahn ( . Textfig. 1 links)  $\frac{4}{1}$ .
- 1 c » » Maxillarzahn (+ Textfig. 1 rechts)  $\frac{4}{1}$ .

### Lonchorhynchus Öbergi Wn.

- 2 Hauptstück des negativen Originals im Reichsmuseum in Stockholm.  
Natürliche Grösse.
- 2 a Gypsabguss von oben. Natürliche Grösse.
- 2 b » » der Seite. » »
- 2 c Zähne im Dentale unter dem Auge  $\frac{4}{1}$ .
- 2 d Dünnschliff einiger Zähne  $\frac{18}{1}$ .

# **Einige Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen.**

Von

**Bertil Högbom.**

---

Naturforscher, die in arktischen Gegenden reisen, werden oft von der dominierenden Rolle frappiert, welche die Verwitterung durch Frost und die Fließ- oder Gleiterde in der Heranbildung des Charakters der Landschaft spielen. Alle die von diesen Erscheinungen dem Wanderer verursachten Schwierigkeiten und Mühen tragen auch dazu bei, die Aufmerksamkeit auf diese eigentümlichen Phänomene zu ziehen. Bei quartärgeologischen Studien wird man ebenfalls an ihr Dasein erinnert, indem sie nur ausnahmsweise solches Untersuchungsmaterial wie Schrammen, eistransportierte Blöcke, Uferterrassen u. s. w. geschont haben. Während meines Aufenthalts auf Spitzbergen, besonders im Eisfjordgebiete, in den Sommern 1908 und 1909, bin ich in Gelegenheit gekommen, neben den stratigraphischen und paläontologischen Untersuchungen, einige Beobachtungen über diese Erscheinungen zu machen.

## **Frostsprengung.**

Die Fähigkeit der Frostverwitterung, die Bergseiten zu zersprengen und durch Anhäufungen von Blöcken die Thalusbildung zu befördern, ist allgemein bekannt. Auf Spitzbergen, besonders in der Tafellandschaft der inneren Fjordgebiete, ist es die Ausbildung der Thalusanhäufungen, die das Gepräge auf die Topographie drückt, und oft ein gutes Charakteristikum der Formationen, dank verschiedener Widerstandsfähigkeit und Zerklüftungsart der Gesteine, bildet.

Auch die Tafelebenen sind der Frostzersprengung ausgesetzt, und werden dann von Steinfeldern bedeckt, welche mit den s. g. *Blockheeren* der schwedischen Hochgebirge analog sind. Auf Spitzbergen findet man inzwischen nahe an der Meeresfläche gelegenen Felsenboden, so z. B. Kap Boheman (Jurasandstein), die Inseln und Landzungen an der Mündung von Sassen Bay (Diabas), wo die Felsenplatten noch nicht zerstört sind,

sei es, dass es davon abhängt, dass sie bis in die letzte Zeit durch Wasserbedeckung geschützt waren, oder dass die Frostwirkungen in niederen Regionen merkbar schwächer sind. Ein Paar Photographien zeigen solche Diabasfelsen in Sassen Bay; hier hat aber das Zerstörungswerk schon angefangen. Sie veranschaulichen auch gut die Stärke der besprochenen Kraft. So ist an Fig. 1 eine Felsenpartie zu sehen, die etwa 1 m. aus ihrer ursprünglichen Lage aufgehoben worden ist. Fig. 2 zeigt eine gewöhnlichere Ausbildung; hier ist der Felsen in mehrere Blöcke zersprungen, die sich zu einem Hügel aufstapeln. In den dadurch entstandenen Brunnen kann man auch im Spätsommer Eis finden. Die Arbeitsmethoden der Frostsprengung in solchen Fällen sind ja leicht erklärlich. Wenn Wasser in den Spalten, die den Berg durchsetzen, friert, oder wenn das Eis eine Volumenzunahme erfährt, können gewisse Teile der Gesteinmasse sich aufwärts verschieben. Es ist zu bemerken, dass die *Regelation* (das wiederholte Gefrieren und Schmelzen) eine viel grössere Rolle als die Temperaturvariationen im Eis spielt, teils sind die Volumenveränderungen bei Regelation unvergleichbar grösser, teils wird die Wärme grösstenteils an der Aussenfläche der gefrorenen Schichte beim Schmelzen oder Gefrieren verbraucht. Wenn aber diese Kräfte aufhören, können die Blöcke oft nicht zurücksinken, sie werden in der engen Schlucht arretiert, bis der Frost wieder mit seiner Arbeit eingreift. In den steilen Böschungen, wo das Material niederrutschen kann, wirkt die Verwitterung mit grösserem Effekt. Man hört auch dann und wann, besonders im Vorsommer, das Gepolter von niederrutschenden Blöcken, und auf dem Schnee der Abhänge liegen dunkle Streifen von neugebildetem Thalus.

In diesen hohen Breiten sind die Bergwände gegen alle Himmelstriche in etwa derselben Masse den Temperaturveränderungen durch abwechselnde Sonnenbestrahlung ausgesetzt.

Während des Vorsommers, da die Temperaturschwankungen noch sehr oberflächlich sind und deshalb der Regelation vollständiger zu gute kommen, vollzieht sich die Zersprengung auch mehr oberflächlich. Dicht an den Schneeflecken setzt sich diese Zersprengung den ganzen Sommer hindurch fort, so dass die Schneefelder sich einwärts fressen und den ersten Anstoss zur Bildung von Ravinen und trichter- oder cirkusförmigen Nischen geben (Fig. 8), welche ihrerseits gerade die Existenzbedingungen der Schneeflecken und der Entstehung kleiner Gletscher begünstigen. Aber auch andernfalls kann die Frostverwitterung den Sommer hindurch arbeiten, wenn auch schwächer und vor allem mehr unbemerkt, denn sie versetzt ja ihre Wirksamkeit mehr einwärts, je nachdem die Aufthauung der Erde einwärts fortschreitet. Sie kann dann die Gesteinmasse nur aufbereiten, bis sie an der Reihe ist durch die Denudation blossgelegt zu werden.

Die Jahresisotherme für Spitzbergen soll  $-6,2^{\circ}\text{C.}$  sein (Kap Thordsen 1882—83). Es ist dann zu warten, dass die Temperatur der neutralen Zone des Bodens — im allgemeinen 10—20 M. unterhalb der Oberfläche gelegen — ein wenig höher wäre. Einen Beitrag zur Kenntniss der Bodentempe-



Fig. 1. Durch Frost losgesprengte und hinaufgeschobene Partie eines Diabastfelsens. Sassan Bay ( $\frac{6}{4}$  09).



Fig. 2. Losgesprengte und hinaufgeschobene Blöcke auf Felsengrunde von Diabas. Sassan Bay ( $\frac{9}{13}$  09).

ratur giebt eine Mitteilung von Arctic Coal Comp., dass die Temperatur der Grube, 350 m. einwärts und 250 m. unterhalb der Plateauoberfläche — 2° C. ist. Es ist indessen offenbar, dass die Zone für 0°, d. h. die Fläche der gefrorenen Erde, so oberflächlich zu liegen kommt, dass sie von den Temperaturschwankungen von oben verhältnismässig stark beeinflusst wird. Vor allem gilt dies den mehr dauerhaften Witterungsveränderungen, aber auch dem bei klarem Wetter täglich wiederkehrenden Wechsel von Sonne und Schatten, wenn auch solche dank ihrer kurzen Dauer ziemlich verwischt werden und im Spätsommer vielleicht ohne nennenswerte Bedeutung sind. Wahrscheinlich kann indessen die Regulation in arktischen Gegenden sich vollziehen, ohne dass die Temperaturoscillationen der Luft zum Gefrierpunkt hinab reichen, und dieses dank der Kälte, die so zu sagen im Innern des Bodens magaziniert ist, und wenn es möglich ist, ihr verlorenes Gebiet wiederzuerobern sucht. In dieser Weise kann die Grenze zwischen der aufgethauten und gefrorenen Boden wiederholt Verschiebungen erfahren.

### Übergänge des Thalus zu Fliesserde.

Wie schon vorher gesagt, nehmen die Thalusböschungen, je nach der Festigkeit und Zerklüftungsart des Gesteinmaterials verschiedenen Charakter an, und da auf Spitzbergen u. a. Granite, Feuersteine, Dolomite, Sand- und Kalksteine, Gips, Schiefer u. s. w. vorkommen, so giebt es auch eine grosse Variation der Ausbildungsformen.

Natürlich entgehen nicht die Blöcke im Thalus der Frostsprengung, was z. B. daraus hervorgeht, dass auch wo das Material grob und blockig ist, ein deutlicher Unterschied zwischen dem oberen und unteren Teil der Böschung herrscht, so dass die grössten Blöcke zu oberst und immer kleinere abwärts zu finden sind. Auch wenn die Thalusbildung sehr kräftig ist, wird der natürliche Böschungswinkel nicht ganz erreicht, was sich dadurch erweist, dass die Blöcke nur ausnahmsweise zur Basis des Kegels herabrutschen. Dieser Winkel wird nämlich nach und nach dadurch nach unten zu vermindert, dass die ganze Schuttmasse langsam gleitet und gleichzeitig allmählich in Fliess- oder Gleiterde übergeht, die aus feinerem Material mit eingemengten Steinen und grösseren Blöcken besteht. Dieses ist ziemlich gut von Fig. 8 veranschaulicht, wo man im Hintergrund den Übergang von Thalus zu fluidalstruierter Gleiterde wahrnehmen kann. Wo es sich um weniger widerstandsfähige Gesteine handelt, z. B. Schiefer, die ausserdem durch ihre Tafelform zur Bildung von Thalus wenig geeignet sind, herrscht der Thalus nur in einer unbedeutenden Zone, indem der Schutt fast sogleich in Fliesserde übergeht. Wo die Neigung zu schwach ist, oder wo die Thalusbildung durch das Zerstören der Bergwände zu Ende gebracht worden ist, wird das Terrain von dem Erdfliessen ganz beherrscht, so z. B. in den Schiefergebirgen der Triasgebiete und inner-

halb einigen Tertiärhorizonte. Wo Sandstein- und Diabaslager in diesen eingeschaltet sind, werden die Verhältnisse naturgemäss mehr kompliziert.

### Erdfliessen.

*Erdfliessen* oder die von Prof. J. G. ANDERSSON vorgeschlagene Benennung »*Solifluction*»<sup>1</sup> sind Termen, die für Erscheinungen ziemlich verschiedener Art angewandt worden sind. Da es in den meisten Fällen jedoch sehr schwierig ist zu entscheiden, welcher Faktor bei diesen Erschei-



Fig. 3. Durch Erdfliessen zusammengeschobener und gefalteter Torf.  
Kap Wijk (30./09).

nungen der wichtigste ist, so ist es auch nicht möglich mit Konsequenz verschiedene Namen je nach der Natur des Phänomenes zu bestimmen. Prof. G. DE GEER hebt hervor,<sup>2</sup> dass nicht nur der Wassergehalt des Bodens für die Entstehung von Fliesserde entscheidend ist, wie man aus diesem Name schliessen könnte, sondern dass andere mehr unbemerkt wirkende Faktoren beitragen, so z. B. Regelation und Gleiten über der gefrorenen Erdschicht, weshalb er den Namen »*Gleiterde*» vorschlägt. Es scheint mir jedoch, als wäre »Fliesserde« mehr zutreffend um ein Bild

<sup>1</sup> J. G. ANDERSSON: Solifluction, a component of subaërial denudation. Journ. of Geol. 1906. 91—112

<sup>2</sup> Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1904. 465—66.

davon zu geben, wie der Boden oft wie eine zähflüssige Masse sich in langsamer Bewegung befindet.

Für die Bildung von Peneplanes kann die Flusserosion allein nicht ausreichend sein, sondern die Verwitterungsprodukte des Bodens müssen langsam abwärts gleiten können. Dies ist die *Solifluction* im weitesten Sinne, und ist gerade die Erscheinung, worauf schon W. M. DAVIS<sup>1</sup> aufmerksam gemacht. Er erwähnt eine Reihe von Kräften, die hierbei wirksam sind, u. a. auch die Regelation.

Wenn wir sehen wieviel die Regelation im festen Gestein leisten kann, so ist ihre grosse Bedeutung in diesem Falle leicht zu verstehen. Auf dieselbe Weise, wie die Frostsprengung den ganzen Sommer hindurch sich vollziehen kann, darf man auch hier das Vorhandensein einer Schicht dicht oberhalb dem immer gefrorenen Erdboden sich vorstellen, wo die Regelation wirkt. In diesem Sinne kann die gefrorene Erde als ein Gleitplan betrachtet werden. Dass die Regelation in der That eine wichtige Rolle spielt, kann daraus geschlossen werden, dass die Phänomene der Solifluction, die sich schwer durch den Wassergehalt des Bodens allein erklären lassen, eine ausgeprägte arktische Ausbreitung haben.<sup>2</sup> Wäre nun diese Regelation ausschliesslich an den Frühling und Herbst mit ihren Frostnächtern gebunden, so wären Gegenden in weniger hohen Breiten, wo die Gegensätze zwischen Tag und Nacht schärfer sind, viel mehr für die Erscheinung geeignet. Dieses sollte in noch höherem Grad der Fall sein, wenn das Erdfliessen nur eine Wirkung von der Feuchtigkeit des Bodens wäre. Wenn auch frühzeitiger, so verläuft doch die Schneeschmelze in Skandinavien etwa wie auf Spitzbergen, und tränkt den Boden mit Wasser ein, und dazu kommt in unserem Hochgebirge ein Sommer mit oft reichlichen Regen.

Man hat auch versucht wahrscheinlich zu machen, dass die Fliemerde vorzugsweise auf Gegenden mit kargerem Klima begrenzt sei, weil die dort nur schwach entwickelte Vegetation nicht den Erdboden zu binden vermag. Das scheint mir jedoch eine grosse Übertreibung, und meistens auf eine Verwechslung von Ursache und Wirkung zurückzuführen zu sein. Spitzbergen kann eine verhältnismässig kräftige alpine Vegetation aufweisen, ich habe sie aber niemals merkbar bindend wirken gesehen. So zeigt z. B. Fig. 3 einen 2—3 Dm. mächtigen Torf, vielleicht unter ruhigeren Verhältnissen ausgebildet, der jetzt durch das Gleiten der Erde zusammengeschoben und gefaltet worden ist.

*Erdfliessen durch Wassereintränkung.* Ehe ich mich auf die Behandlung der mehr typischen und zugleich eigentümlichsten Erscheinungen der Solifluction auf Spitzbergen einlasse, will ich im Vorübergehen einige

<sup>1</sup> DAVIS, Physical Geography, 263, 267.

<sup>2</sup> J. G. ANDERSSON (l. c.), der zuerst die grosse Bedeutung der Solifluction dargethan hat, giebt eine Zusammenfassung von der regionalen Verbreitung des Phänomens, und indem ich auf diese grundlegende Arbeit hinweise, kann es genügen hier zu erinnern, dass er die frühere grosse Verbreitung der Solifluction während der Eiszeit auch hervorgehoben hat.

erwähnen, wo die so nahe liegende Erklärung, der Wassergehalt des ns, wirklich für ausreichend gehalten werden muss. Die Schneeeelzung, die den ganzen Sommer hindurch sich vollzieht, ist am kräftigsten im Juni und im Anfang von Juli, da die grössten Areale blossgelegt sind. Aller Boden in der unmittelbaren Nähe der Schneeflecken, und anders unterhalb derselben, ist dann mit Wasser eingetränkt. Die eigenen Erfahrungen die man davon hat, wie lehmig und schwer zu betreten Boden zu dieser Zeit ist, machen es unmöglich zu verleugnen, dass die Erde im allgemeinen dann eine Periode von kräftiger Wirksamkeit an muss. Besonders gilt es von den Böschungen unterhalb der mehr niedrigen Sommerschneeflecken, wo man fast immer eine Fließerde



Fig. 4. Ausgleitung in einem lehmigen Schieferthalus. Kap Wijk (80/09).

t, die nichts mit der Regelation zu thun hat, sondern nur, oder wegens hauptsächlich, dem Wassergehalt zuzuschreiben ist. Soviel ich weiss, ist diese Form die in dem Skandinavischen Hochgebirge vorherrschende. Zweifelsohne ist es auch die meist kosmopolitische Ausbildung von Fließerden, was ja auch zu erwarten ist, da sie keine extremen Verhältnisse, z. B. permanent gefrorenen Boden erfordert. In Patagonien und den kühleren Südamerikas hat immer der Reisende mit solchem Erdfließen zu kämpfen, und nach mündlichen Mitteilungen von QUENSEL und HALLE ist es hauptsächlich auf die südlichen Abhänge — die Schattenseiten — eingetränkt sein.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Die Fließerdephänomene in diesen Gegenden scheinen in mannigfaltigen und interessanten Formen aufzutreten; auch gibt es Gegenstücke zu der Erscheinung, die hier unter der Bezeichnung Polygonenboden Typus I behandelt ist.



Die Solifluction am Beeren Eiland schreibt J. G. ANDERSSON ebenfalls dem Wassergehalt des Bodens zu. Aus seiner Darstellung scheint es auch hervorgehen, dass es sich dort um keine typische »Regelationsfliesserde« handelt. Die Insel hat ein sehr ausgeprägt insuläres Klima, und ist wegen ihres Nebels berüchtigt. So bleibt der Boden stets feucht, aber die für die Regulation erforderlichen Temperaturschwankungen werden vielleicht selten erreicht. Die gefrorene Erdschicht liegt sicherlich auch nicht so oberflächlich wie auf Spitzbergen. Auf Beeren Eiland ist es nicht ungewöhnlich, dass halbfliessende Erdströme eine Ähnlichkeit mit Gletschern in Miniature annehmen, was ich auf Spitzbergen nur selten gefunden habe. Solche können sich jedoch aus den recenten Moränen oder aus sehr lehmigem Verwitterungsmaterial (oft Thalusmaterial) ausbilden und als Detritusströme erscheinen.

Die katastrophenartigen Erdrutschungen, die in Skandinavien vorkommen, z. B. in Bohuslän und in den norrländischen Flussufern hängen von Wasserdurchtränkung feiner Sedimente ab und haben auf Spitzbergen, wo mächtigere Sedimentablagerungen fehlen, keine guten Gegenstücke. Eine gewisse Ähnlichkeit bieten jedoch die in feinzerteiltem Schieferthalus vorkommenden Rutschungen dar. Fig. 4 bildet eine solche ab; hier ist nicht die ganze Masse plastisch gewesen, sondern alles ist längs einer Schichte gerutscht. Derartige Rutschungen dürften in der That recht gewöhnlich sein, obgleich man sie wegen der schnellen Vertilgung ihrer Spuren nur ausnahmsweise beobachten kann.

*Regelationsfliesserde.* Erst wenn man das Erdfliessen in Ausbildungen begegnet, die sich nicht durch die Feuchtigkeit des Bodens allein erklären lassen und wozu Gegenstücke in Ländern mit milderem Klima nicht bekannt sind, muss man mit anderen Kräften, vor allem der Regulation, rechnen. Einem solchen Typus gehören die meisten und grössten Fliesserdeareale im Eisfjordgebiete an. Es wäre umsonst diese in alle ihren Ausbildungsformen einzuteilen, denn sie gehen ohne Grenze in einander über. Sie entstehen dank edaphischer Faktoren, wie der Beschaffenheit des Materiales, der Stärke der Böschung u. s. w. Es liegt in der Natur der Sache und es ist schon bemerkt worden, dass man im allgemeinen nicht die direkte Bedeutung der Wasserdurchtränkung des Bodens für die Plasticität verneinen kann, auch wenn man von ihrer Notwendigkeit für die Entstehung der Regulationen absieht.

Doch gibt es Fälle, wo das Wasser an sich offenbar nicht die hinreichende Erklärung geben kann, nämlich wenn der Boden nur aus grobem Material besteht. So zerfliessen Terrassen die aus Kies bestehen, und bei welchen im Inneren feinere sekundäre Verwitterungsprodukte oder der gleichen nicht vermutet werden können. Solche Fliesserde, die aus Thalusmaterial entsteht, will ich auch hauptsächlich der Regulation zuschreiben, wenn sie auch dank ihrer Lage oft sehr nass ist. Man findet oft, dass diese Form von der Feinheit des Materiales oder der Feuchtigkeit nicht besonders abhängig ist.

Es ist ein aus manchen Gegenden bekanntes Faktum, dass grössere Gegenstände, wie Steine u. s. w., durch Frostwirkungen an die Oberfläche des Bodens gebracht werden können. Es ist mir keine ganz zutreffende Erklärung bekannt, wie man sich im Detail den Vorgang denken soll, kann auch selbst keine geben. Die Teilnehmer an der Expedition 1909 hatten oft Gelegenheit, dieses Phänomen wahrzunehmen. So wurden triadische Saurierknochen an der Oberfläche der Fliesserde gesammelt, wohin sie durch Auffrieren aus den tieferliegenden weichen Thonschiefern heraufgekommen waren. Wenn man an der Oberfläche einen Haufen von fossilen Knochen, deutlich einem und demselben Individuum gehörig, gefunden hatte und Grabungen machte, so gaben sie immer ein negatives Resultat; nach Durchgraben von ein Paar Decimetern homogenen Materiales ganz ohne Fossilien, traf man gefrorenen Boden oder zersplittertes festes Gestein. Die Oberfläche war ausser mit Knochen auch mit zersprengten Konkretionen überstreut. Unter diesen gab es zahlreiche Thoneisensteine, die ein spezifisches Gewicht von 3,3 besitzen. Wäre nun der Boden, der eine sehr deutliche Fluidalstruktur hatte, infolge von Feuchtigkeit plastisch gewesen, so wären diese Steine im Laufe des Sommers niedergesunken, da die Erdmasse kein grösseres spezifisches Gewicht als 2, höchstens 2,5, halten kann. Dagegen können sie an der Oberfläche solcher Fliesserde liegen bleiben, die ihre Plasticität der Regelation zu danken hat, weil letztere gleichzeitig der Schwerkraft entgegenwirkt. Dies Verhalten der Thoneisensteine ist auch überall in den Schiefergebieten in Trias, Jura und Tertiär zu sehen.

Ihre grössten oder wenigstens am meisten zusammenhängenden Ausbreitungsgebiete hat die Regelationsfliesserde einige hundert Meter über dem Meer, wo die Landschaft weniger von Flusserosion modelliert ist. Natürlich gilt dies besonders von den Schiefergebieten, so z. B. in Trias südlich von Sassen Bay und Kap Thordsen, in Tertiär von Coal Bay und Green Harbour. Hier sind die flachhügeligen Gebirgsplateauen mit einem ziemlich gleichförmigen Mantel von Fliesserde bedeckt, die etwa gleich gut auf Anhöhen und anderen Stellen entwickelt ist, wo man gar nicht eine besonders reichliche Wasserinfiltration voraussetzen kann. Beispiele davon geben auch die ziemlich steilen Triasberge westlich von Ekman Bay, deren Kämme und Gipfel von Fliesserde überdeckt sind.

Die Solifluction weist überhaupt verschiedene Eigenheiten auf, wovon manche die Bewegungsfähigkeit des Bodens gut veranschaulichen. So kann man schon aus der Ferne eine Fluidalstruktur in Formen und Farbenschattierungen wahrnehmen (z. B. im Hintergrund, Fig. 8). Näher kommen auch Details dazu, wie Blocktransport, Sortierung des Materiales in Streifen von feineren und grösseren Bestandteilen, die Verteilung der eventuell vorhandenen Vegetation u. s. w. Wo diese an feuchten Lokalitäten, besonders unter den Abhängen, einen mehr zusammenhängenden Teppich mit Kräutern, Gräsern und Moosen bilden kann, ist dieser oft von der Fliesserde zerrissen und in querlaufende Wülste zusammengeschoben, die

zwischen sich nackte terrassenförmige Felder einschliessen. Gegenstücke hierzu wurden z. B. in dem skandinavischen Hochgebirge beobachtet, wo indessen stärkere Böschung erforderlich sein dürfte. Im allgemeinen, und besonders wo die Regelation kräftig wirksam erscheint, muss die Vegetation sich auf zerstreute Individuen von Halbsträuchern, vor allem der sehr widerstandsfähigen *Dryas*, beschränken (vgl. Fig. 6). Im grossen sind dann diese ein wenig nach der Bewegungsrichtung angeordnet. Das gewöhnlichste ist aber, dass die Pflanzen das Feld ganz geräumt haben.

Docent G. SWENANDER<sup>1</sup> hat auf Beeren Eiland beobachtet, wie solche vereinzelte Pflanzen, die das Erdfließen auszuhalten suchen, ihr Wurzelsystem gern oberflächlich ausbreiten, und weil sie so zu sagen mit ihren tieferen Wurzeln verankert sind, müssen sie in der Richtung der Böschung herab wachsen, um sich den Streckungen anzupassen, die dadurch entstehen, dass der Boden oberflächlich eine grössere Geschwindigkeit hat. Dies wird von Fig. 6 illustriert; vereinzelte *Dryas*individuen kriechen abwärts, ihre älteren absterbenden Stammteile sind oben sichtbar. Dieses scheint jedoch nicht immer die geeignetste Anpassung zu sein; so habe ich z. B. auf Fliesserde *Braya purpurascens* gefunden, die eine senkrechte Hauptwurzel hatte, die 4 mal länger war als gewöhnlich bei Exemplaren die auf unbewegtem Boden wuchsen.

Da die Solifluction durch ihre Denudationsarbeit ein so deutliches Gepräge auf die Landschaft drückt, ist es ersichtlich, dass die Bewegungsgeschwindigkeit nicht ganz unbedeutend sein kann; dasselbe zeigen auch die Anpassungen der Pflanzen. Sehr schlagend wird es auch mit einer von Prof. G. DE GEER mitgeteilten Beobachtung illustriert.<sup>2</sup> Eine Pferdebahn, die für Grubenbetrieb in der schwedischen Station zu Kap Thordsen 1872 gebaut war, fand er bei einem Besuche 1896 ganz zerbrochen und verschoben. Es verdient hervorgehoben werden, dass die flache Böschung dieser Lokalität mit Vegetation bedeckt ist.

Nun könnte es vielleicht auffallend erscheinen, dass die Fliesserde so selten in die Gewässer hinausquellen gesehen wird; dies dürfte indessen seine Erklärung darin haben, dass die Flüsse nur ausnahmsweise ihr Bett vollständig füllen, und dass sie bei diesen Gelegenheiten die Fliesserde kräftig angreifen und in kurzer Zeit eine ungeheure Transportarbeit leisten.

Ausser zu Zeiten oder Tagen mit starker Schneeschmelzung oder Niederschlag, können auch unerwartete plötzliche Zunahmen der Wassermenge vorkommen. Ein Fluss, den man leicht überschritten hat, kann nach ein Paar Stunden, wenn man zurückkehrt, gefährlich zu durchwaten sein. Den Anlass zu diesen scheinbar unmotivierten Katastrophen habe ich bei ein Paar Gelegenheiten darin gefunden, dass irgend eine der oft vorkommenden Schneebrücken zusammengestürzt war und das Wasser aufgestaut hatte, um nachher plötzlich durchbrochen zu werden.

<sup>1</sup> In J. G. ANDERSSON, Solifluction mitgeteilt.

<sup>2</sup> Geol. Fören. Förländ. 1904. 465—66.

Aus Spitzbergen kenne ich kein Gegenstück zu diesen »*Stonerivers*«, die z. B. aus dem Ural, aber besonders von den Falkland-Inseln dank den eingehenden Untersuchungen von Prof. J. G. ANDERSSON bekannt sind.<sup>1</sup> Es sind durch Solifluction zusammengebrachte, später freigespülte Blockmassen (in diesen Fällen von grossen Quarzitstücken) und bilden bis 5 Kilometer lange, diffus flussähnliche Systeme. Ich kann mich nicht von dem Eindruck freimachen, dass es sich auch hier um eine fossile Regela-tionsfliesserde handelt. Dafür spricht ihre Ausbreitung als ein zusammenhängender, die weichhügelige Landschaft ganz überziehender Mantel. Man kann sich diese grossen Blöcke nicht in anderer Weise transportiert werden denken, als dass sie auf Fliesserde getragen wurden, und dazu muss wenigstens die Regela-tion beigetragen haben. Auf Spitzbergen findet man nun selten grössere Steine weitere Strecken transportiert, sie sind bald in Stücke zersprengt, und es giebt hier nicht in den weichen Gesteinsschichten eingebettete feste Lager, die dem besonders widerstandskräftigen Quarzit der Falkland-Inseln entsprechen können.

Wenn der Boden der Thäler, wie z. B. des Grubenthals in Advent Bay, in ihrer ganzen Breite von einem Blockfeld bedeckt ist, so ist der Ursprung vorzugsweise in dem Netz von Bächen zu suchen, die bei reichlichem Wasserzufluss unregelmässig sich neue Furchen bilden, dabei Steinblöcke mitführend und ablagernd. Indessen sind diese hauptsächlich von der Gleiterde und dem Schutte der ziemlich steilen Seiten des Thales den Bächen zugeführt. Diese Bildungen, die in ihrem Anfang also einiger-massen den *Stonerivers* entsprechen, sind jedoch hauptsächlich ein Produkt der Wirksamkeit der Flüsse, welche in der gebirgigen Landschaft Spitzbergens, mit ihren grossen Wasservorräthen, Niederungen und Thälern überall beherrschen, und deshalb für die *Stonerivers* keinen Platz übrig lassen.

### Polygonenboden.

Unter diesem Term will ich zwei verschiedene Ausbildungsformen unterscheiden: *Typus I*, der auch »falscher Polygonenboden« genannt werden dürfte, weil ursprünglich der Name Polygonenboden (schwedisch »rutmark«) von KJELLMAN dem Phänomen gegeben war, das ich als *Typus II* bezeichnen will. Leider sind beide oft von einander nicht unterschieden worden, was jedoch erklärlich ist, denn sie können einige wichtige Übereinstimmungen aufweisen, wie z. B. die Einteilung des Bodens in Felder, die eine sechseckige Form anzunehmen streben; auch wird oft das Netzwerk der Grenzlinien in beiden Fällen von Vegetation markiert. Die Form von Sechsecken wird wohl in der Wirklichkeit nur selten erreicht, aber die Felder machen doch diesen Eindruck dank dem bienenwabenähnlichen

<sup>1</sup> J. G. ANDERSSON, Contributions to the geology of the Falkland Islands. Wissenschaftl. Ergebn. d. schwedischen Südpolarexp. 1901—03. Stockholm 1907.

Habitus des Bodens. Im übrigen sind die Phänomene, von einigen schwerdeutbaren Zwischenformen abgesehen, in entgegengesetzten Richtungen entwickelt. Typus I entwickelt sich auf Fliesserdeboden, wo das Material inhomogen ist, und wird dadurch charakterisiert, dass die Steine gegen die Grenzlinien der Felder verschoben sind, und machen also Wirkungen einer Expansion des Bodens merkbar. In Typus II dagegen, der in homogenem Material, besonders in Sedimenten, sich bildet, sind die Polygone von Spalten umgeben, die Wirkungen einer Kontraktion sind.

*Der Typus I* ist wohl die eigentümlichste Äusserung des Erdfließens und deshalb oftmals vorher wahrgenommen und beschrieben. Um einen geeigneten Ausgangspunkt für die Beurteilung der Kräfte zu bekommen, die bei der Entstehung desselben wirksam sind, ist es zweck-



Fig. 5. Polygonenboden, Typus I. Sassen Bay (2/8 09).

mässig, eine Beschreibung der am meisten ausgeprägten Ausbildung des Phänomens zu geben. Es entsteht auf horizontalem Fliesserdeboden, wo Verwitterungsprodukte von wechselnder Grösse zur Verfügung stehen. Es werden dann die grösseren Steine zu einem Netzwerk angeordnet, das Flecke mit feinerem oft wasserhaltigem Material umschliessen (Fig. 5). Sind diese Flecke einigermaßen gleich gross, bilden sie gern Sechsecke, gewöhnlich mit einem Durchmesser von 0,5—2 M. Von theoretischem Interesse ist es, dass die peripherisch angeordneten Steine, wenn sie platten- oder tafelförmig sind — was bei den sedimentären Gesteinsarten Spitzbergens beinahe immer der Fall ist — gern aufgerichtet stehen. Dasselbe ist auch beiläufig von übrigen Beobachtern erwähnt worden.

Sogar in den Blockmeeren ist die Erscheinung nicht selten, wenn sie auch auf weniger umfangreiche Flecke oder vereinzelte Polygone beschränkt ist. Auch Blöcke mit einem Gewicht von mehreren Kilo-

grammen werden in die Sortierung einbezogen. SVENONIUS, der diese Erscheinung in Lappland beobachtet hat, liefert ein Bild davon.<sup>1</sup> Leider habe ich keine solche Photographie von Spitzbergen, wo diese Ausbildung zuweilen noch viel stärker ausgeprägt ist.

Bei der Diskussion über die Entstehung dieser Bildungen hat man den Typus II eingemischt. Ausser den nur ganz ohne nähere Motivierung gemachten Andeutungen, dass zirkulierendes Wasser oder Regelation der Ursprung sei, kenne ich nur zwei Erklärungsversuche.

G. DE GEER denkt sich, dass das Wasser bei verschiedenen Gelegenheiten in einem sechsseitigen Spaltensystem zirkuliere und dabei die grösseren Steine freispüle.<sup>2</sup> Gegen diese Anschauungsweise spricht die Thatsache, dass die Steine an den Rändern nicht nur freigespült sind, sondern unzweideutig dahin vom Centrum aus, wo sie beinahe fehlen, angesammelt sind. Noch schwieriger dürfte eine derartige Freispülung in den Blockmeeren mit ihrem groben Material und Mangel an Spaltensystemen stattfinden können. DE GEER gesteht auch, dass die genannte Erklärung nicht hinreichend sei, sondern man müsse daneben auf irgend einer Weise mit der Regelation rechnen.

Noch gewichtiger werden ganz dieselben Einwendungen, wenn sie gegen den zweiten, von Prof. O. NORDENSKJÖLD in seinem Buch »Die Polarwelt«, gegebenen Erklärungsversuch gerichtet werden, der sich auf Experimente des französischen Forschers BÉNARD gründet. Diese sollten zeigen, dass wenn eine halbfließende Schlammmasse auf z. B. einer Metallscheibe ruht, und diese Temperaturschwankungen ausgesetzt wird, in dem Schlamm ein sechsseitiges Zellensystem von Konvektionsströmen entsteht. Hier sollte dann die Metallscheibe der gefrorenen Erdschicht entsprechen, und diese Strömungen sollten das gröbere Material hervorspülen.

Von der Beobachtung ausgehend, dass die grösseren Steine gegen die Peripherie angesammelt sind und dabei oft so zusammengeschoben, dass sie aufgerichtet stehen, will ich vorschlagsweise folgende Deutung vorlegen. Wenn der Erdboden ursprünglich aus einer Mischung von feineren und gröberen Bestandteilen besteht, so dürfte diese immer ein wenig ungleichmässig sein, so dass es gewisse Flecke giebt, wo das feinere Material reichlicher ist. Dank der Kapillarität nehmen dann diese Stellen mehr Wasser auf als ihre Umgebung. Bei der Eisbildung wird dann das Material von hier aus centrifugal verschoben. Wenn nachher Schmelzung und damit folgende Volumenverminderung eintritt, wird das feinere Material von der Adhäsion mitgezogen, während die Steine peripherisch zurückbleiben. Wenn hinreichend oft wiederholt, muss eine merkbare Sortierung resultieren. Hierdurch werden auch die Bedingungen für die Arbeitsintensität immer zunehmen, indem der Ausgangspunkt für die Vo-

<sup>1</sup> F. SVENONIUS, Om skärf- eller blockhafven i våra högfjäll. Geol. Fören. Förhandl. 1909. 174.

<sup>2</sup> Geol. Fören. Förhandl. 1904. 465—66.

lumenveränderungen mehr fixiert wird und dabei auch die Wasserkapazität der centralen Partien vermehrt wird.

Die gleichmässige Grösse der Felder dürfte ziemlich schwererklärlich sein. Indessen ist diese Gleichförmigkeit durch eine Schematisierung der Eindrücke übertrieben worden, dies um so mehr, als die schlechter ausgebildeten Formen leichter der Aufmerksamkeit entgehen. Man muss auch vermeiden, die Charakteristika des Polygonenbodens Typus II einzumischen,

der eine viel allgemeinere Verbreitung hat und in allen Hinsichten mehr regelmässig ausgebildet ist.

Abgesehen von dieser in horizontaler Lage ausgebildeten, schönsten Form von Polygonenboden Typus I, giebt es oft an Böschungen eine ausgezogene Form, welche in die Abhängen herab laufende Streifen von gröberen Material übergehen kann. In manchen Fällen sind solche Streifen indessen ganz einfach von niederströmendem Wasser herausgespült. Prof. TH. M. FRIES hält es auch für wahrscheinlich, dass der Wind ähnliches hervorbringen



Fig. 6. Polygonenboden Typus II, verzerrt durch Erdfliessen. Vegetation aus vereinzelten Dryaspflanzen. Kap Wijk (20/09).

kann. Wenn man gefühlt hat, wie gewaltig der Wind gegen die Abhänge pressen kann, kommt seine Vermuthung nicht ganz unwahrscheinlich vor. Frau RESVOLL-DIESET<sup>1</sup> hat eine photographische Aufnahme publiciert, welche die Einwirkung der herrschenden Winde auf den Polygonenboden veranschaulicht.

*Typus II* darf hier nicht ganz übergangen werden, wenn auch sein Zusammenhang mit den Frostphänomenen bestritten worden ist.

<sup>1</sup> HANNA RESVOLL-DIESET, Lidt om Spitsbergens plantevekst. Norske Geogr. Selsk. Aarbog 1908—1909.

Die Erscheinung ist vielmals vorher beschrieben worden, besonders von Botanikern; so hat z. B. TH. WULFF<sup>1</sup> dieselbe und die Lebensbedingungen, die sie dem Vegetation darbietet, studiert. Er glaubt, dass die Erklärung nur in dem Schrumpfen des Bodens bei Austrocknen liegt. Dass das Phänomen diesen Ursprung haben kann, ist wohl ziemlich undisputabel, wenn es sich z. B. um eine Form handelt, die sich in nichts von gewöhnlichen Trockenspalten unterscheidet. Es scheint, als wäre es eigentlich diese Form, die WULFF kennt; sie ist an Schwemmlanden und Deltabildungen besonders gewöhnlich; und WULFF hat seine Observationen an den für die Devongebiete typischen grossen Sedimentebenen im Innern von Wijde Bay ge-



Fig. 7. Polygonenboden, Typus II; Dryasvegetation. Kap Wijk (80/1 09).

sammelt. Die von Spalten umgebenen Feldern können einen Durchmesser von mehr als 20 M. erreichen (nach WULFF); das gewöhnlichste scheint aber zu sein, dass sie nur 1—2 Dm. messen, welche Dimensionen der Polygone fast überall zu finden sind, wo der Boden aus genügend feinem und homogenem Material besteht, und von nur spärlicher Vegetation bedeckt ist, was besonders oft an oberflächlich ausgetrockneter Fliese-erde zutrifft. Fig. 6 zeigt einen solchen Fall; hier sind aber die Polygone durch die Bewegung des Bodens ausgezogen worden. An Fig. 7 findet man ganz ähnliche Risse wieder; hier kommen aber gleichzeitig Polygone einer höheren Grössenordnung hinzu. Sie werden von

<sup>1</sup> Th. WULFF, Botanische Beobachtungen aus Spitzbergen. Lund 1902.



der in ihren Spalten gedeihenden Dryasvegetation sehr wohl markiert. Scharfkantige Spalten findet man nur ausnahmsweise; sie sind zum grössten Teil von Material gefüllt, das von den Rändern heruntergekommen ist. Die Berstungen kehren deutlicherweise mit Vorliebe in ihren früheren Spuren zurück, was auch an der Fig. 6 wahrzunehmen ist.

Die grösseren Polygone an der Fig. 7 repräsentieren eine Ausbildungsform von bedeutender Verbreitung; besonders allgemein ist sie in den grossen Thälern zu finden. Es scheint sich hier nicht um eine Wirkung von dem Austrocknen des Bodens zu handeln, denn von dieser Form zu dem Typus I findet man Übergänge, welche dahin deuten, dass sie mit einander verwandt sind. Während in Typus I das reichliche Steinmaterial (besonders in den Blockmeeren) zu Wülsten gegen die Aussenränder zusammengeschoben ist, zeigt Fig. 5 eine Form, wo es Gesteine nur spärlich giebt, und wo aus diesem Grund die Grenzlinien vertieft sind. Wahrscheinlich führt diese Form zu dem Typus II hinüber, wo Gesteine fehlen, welche Zeugnisse einer Expansion sein könnten. Dagegen dominieren hier die Wirkungen der Kontraktion, wodurch die Grenzlinien spalten-ähnlich werden können.

Eine weniger bemerkte Form des Polygonenbodens, wenn sie überhaupt unter diese Benennung einzubeziehen ist, hat jedoch eine beachtenswerte Verbreitung. Sie entsteht am häufigsten in dem einige Centimeter dicken Kuchen oder der oberflächlichen Kruste, die aus abgestorbenen Pflanzenresten und Erdpartikeln bestehen, und am mehr dünnen und festen Boden, z. B. an alten Uferebenen, entsteht. Der Durchmesser der Polygone ist hier am gewöhnlichsten 1—2 Dm, und die ganze Erscheinung ähnelt einer in den ausgetrockneten nordschwedischen nackten Mooren (schwedisch »flarkmyrar«) vorkommenden, weshalb es auch hier genügen dürfte, ein nur durch Austrocknen erklärliches Schrumpfen anzunehmen. Es ist leicht zu konstatieren, dass die Grösse der Felder einigermassen in Proportion zu der Dicke des kontrahierten Lagers steht. Nun ist indessen diese Form ohne Grenzen mit entsprechenden Bildungen in Torflagern verbunden, wo ein Austrocknen niemals stattfindet; es giebt sogar Gegenstücke in stets gefrorenem Torf, so z. B. an Kap Svea und in dem nahezu 2 M. mächtigen Moor in Rendalen an Kap Thordsen, wo an beiden Lokalen der Boden von Spalten durchsetzt ist, die am Ende Juli bis an ein Paar Decimeter von der Oberfläche mit Eis ausgefüllt waren. Fig. 8 zeigt einen entsprechenden Polygonenboden in einem Moor an Sassen Bay. Das Spaltensystem ist hier aber nicht offen, sondern von einer Sumpfvegetation überwachsen und schliesst Felder mit einem Durchmesser bis auf 15 M. ein. Die Begrenzungen sind geradelinig und machen den Eindruck eigentlich in Eis oder in gefrorenem Boden gebildet zu sein.

Solifluction und die beiden provisorisch ausgeschiedenen Typen von Polygonenboden will ich also zunächst Frostwirkungen zuschreiben, wofür schon der arktische Charakter dieser Phänomene zu sprechen scheint. Hoffentlich ist es oben genügend hervorgehoben worden, dass indessen



Fig. 8. Spaltensystem in einem Moor Im Hintergrund am Bergfusse Fliesserde. Am Plateaurennde drei Erosionstrichter durch Frostverwitterung an Schneefeldern entstanden, Sassen Bay ( $\frac{9}{18}$  09).

andere Faktoren in gewissen Specialfällen entscheidend sind. Diese hier vorgebrachten Hypothesen sind auch nicht zu generalisieren, besonders nicht ohne weiteres auf andere Gegenden mit abweichenden klimatologischen Voraussetzungen zu übertragen.

### Steineis.

Frau RESVOLL-DIESET (l. c.) beschreibt eine Eisbildung in dem Coal-Bay-Thal die sie fossiles Eis nennt. Denselben Sommer hatte auch ich diese Erscheinung wahrgenommen, konnte aber das Phänomen nicht näher studieren, weil es nur an einer unzugänglichen Ufersteile sichtbar war. Bei ihrem Besuche waren aber ein Paar weite Spalten entstanden, wodurch sie Gelegenheit bekommen hatte, einige interessante Beobachtungen zu machen, welche ich hier kurz referieren möchte. Die Spalten, die c:a 40 M. lang waren, setzten bis zu einer Tiefe von 5 M. ziemlich klares Eis durch. In dem Profil bestanden aber die obersten 80 Cm. aus wechselnden Lagern von Torf und Lehm. Bemerkenswert ist ihre Beobachtung, dass der Torf unmittelbar über dem Eis kam.

Dass hier fossiles Eis vorliege in demselben Sinne wie VON TOLL das Steineis der Neusibirischen Inseln auffasst, ist ganz unwahrscheinlich; das Eis würde kaum ein geeignetes Reliktlokal an demselben Platz gefunden haben, wo eben die einem milderen Klima zuhörende *Betula nana* ihren letzten Zufluchtsort hat. Ausserdem liegt das Vorkommen nur 30 M. ü. d. M., d. h. c:a 20—30 % der höchsten marinen Grenze. Auch kann es nicht bei irgend einem mehr recenten Vorrücken von den im Innersten des Thalsystems liegenden Gletschern übrig gelassen worden sein, denn es fehlen alle übrigen Spuren eines derartigen Vorrücken. Hier passen auch nicht die für die entsprechenden Bildungen in Alaska und im nördlichen Sibirien aufgestellten Erklärungen, die dahin gehen, dass Schneelager bei Überschwemmungen in der Frühling wiederholt von feinen Sedimenten bedeckt und dadurch konserviert wurden, oder dass Wasser den gefrorenen Boden überschwemmt habe und dabei zum Eis geworden sei, das durch nachherige Schlammabsetzungen geschützt wurde. Für diese beiden Fällen ist eine Wechsellagerung von Sedimenten und Eis bezeichnend, was aber hier nicht zutrifft. Wäre das Eis überhaupt von irgend einem fossilen Charakter, ist es ferner unerklärlich, wie eine Moosvegetation unvermittelt dasselbe bedecken könnte.

Dann bleibt es nur übrig es als ein innerhalb oder unterhalb des Torfs gebildetes, vielleicht fortwährend sich bildendes Eislager anzusehen. Wie man sich eine solche Eisbildung in Detail zu denken habe, mag dahingestellt werden; dass aber ähnliche Prozesse sich vollziehen können, ist eine Thatsache, so wird z. B. in den nordschwedischen »Flark«-Mooren im Winter eine c:a 6—7 Cm. dicke Lage von porösem Eis ein wenig unter

der Oberfläche gebildet.<sup>1</sup> Bezüglich des hier beschriebenen Falles kann man sich dann vorstellen, dass in dem Schwemmlande der Thalebene eine Torfbildung stattgefunden hat, die von einigen Überschwemmungen abgebrochen und mit Schlamm überlagert worden ist, und dass nachher innerhalb oder unterhalb dieses Torfs dieses Eis — mit einer Minimidicke von 4 M. — sich gebildet habe.

Wahrscheinlich sind auch alle anderen flachgewölbten Hügeln in der Nähe von derselben Beschaffenheit wie diese von dem Fluss unterminierte und dadurch ausgeleitete und zerborstene Eisbildung. Dann ist das Phänomen hier über eine Fläche ausgebildet, die zu mehreren Hektaren geschätzt werden muss.

Es ist deutlicherweise nur ein glücklicher Zufall, dass dieses Steineis entdeckt wurde; es wäre auch gar nicht befremdend, wenn die Erscheinung eine beträchtliche Ausbreitung auf Spitzbergen besässe.

---

<sup>1</sup> H. HESSELMAN, Studier öfver skogsväxt på mossar. Skogsvårdsföreningens Tidskrift, 1907. 83—110.



## **6. On the influence of the ice age on the continental watershed of Patagonia**

by

**P. D. Quensel.**

(With two maps.)

---

### **Contents.**

**Introduction.**

**Topography.**

**Previous Surveys.**

**Special description.**

Lago San Martin.

Lago Buenos Aires.

Valle Frias-Rio Pico.

Lago Argentino.

Formation of the sub- andine lakes.

Otway and Skyring Water.

The Ultima Esperanza district.

The Cami depression.

The Boulder or Shingle formation.

**Concluding remarks.**

### **Introduction.**

As a member of the Swedish Magellanian Expedition of 1907—1909 I spent the greater part of two summers on the eastern slopes of the Patagonian and Fugian Cordillera, principally occupied with petrological studies. My notes dealing with the glacial geology are of a very incomplete character, as neither time nor equipment gave us the opportunity of making a detailed survey of the many interesting questions relating

there to. Only a scanty supply of facts has therefore been at my disposal, and my main object in publishing this paper is more to draw attention to the wide and interesting field of work still open in these regions, than to attempt to give a full description even of those parts, to which, in the following paper, I have restricted myself.

## Topography.

The general orography of the Patagonian Cordillera is already, in its leading features, so well known and the eastern slopes, thanks to the careful survey of the Argentine Boundary Commission, so well mapped out,



Fig. 1. Peel Inlet, a fiord of the Pacific with glaciers descending to the waters edge.

that a detailed geographical introduction would be wholly superfluous. As, however, many of the questions relating to the glacial period, which I here propose to deal with, are intimately connected with the general topography of the country, I will commence this paper by giving a brief description of those features, which stand in a near relation to the glacial deposits in question.

It is well known how the Patagonian Cordillera divides the southernmost part of the South American Continent into two parts, which in their general geological, as well as orographical, features are the most absolute contrasts to each-other. The western slopes of the Cordillera are bordered by a highly developed fiord-landscape, with its characteristic inlets and islands, narrow channels and perpendicular cliffs. Geologically, this part is formed of a uniform eruptive mass which stretches without interruption over ten degrees of latitude. There prevails in this region almost perpetual

mists and rain. The land eastward of the great mountain range presents a very different appearance, consisting of the great plain, generally known by the name of the Patagonian Pampas and formed of late mezozoic and tertiary deposits in mostly undisturbed positions. The even plateau rises gently from the Atlantic up to the Cordillera, where it reaches a height of 1000—1400 m. This great plain is intersected by a number of broad valleys, which run in a direction west to east, having cut themselves deep down through the loose deposits of the Pampas formation. In consequence of the extremely dry, nearly desert-like, climate of the Pampas the rivers diminish rapidly towards the east; many of the torrents, which drain the western part of the great high-plateau never reach the Atlantic at all, but lose themselves in the sand or end in salt-lakes, lacking any outlets. On the whole, most of the rivers are out of proportion to the great valleys they follow, and in several places the continent is intersected by a well defined and broad valley without even a rivulet following the old watercourse.

Besides these two regions, there exists an intermediate zone which I will call the *sub-andine region*, lying along the eastern slopes of the Cordillera. Here the climatic conditions are naturally more normal, as is to be expected, lying, as it does, between the glaciated Cordillera to the west and the dessert-like pampas to the east. Within this sub-andine region are situated the great mountain lakes which form such a characteristic feature of the eastern Cordillera. It may be said that the whole of this region lies on a geological border-line, where the younger deposits of the Pampas formation unconformably meet the older metamorphic rocks of the Cordillera. It is especially in this sub-andine zone, that our expedition has had the opportunity of working, and it is principally to the glacial phenomena of this region that I will confine myself in the following pages.

It has long been a known fact, that Patagonia has once been the seat of a widespread glaciation, in many cases distinctly resembling the alpine glaciation of the northern hemisphere. On the other hand, different views have prevailed as to the exact geological age thereof, some geologists accepting a more or less complete synchrony between the ice ages of the northern and southern hemispheres, others ascribing the Patagonian glaciation to a late pliocene or even miocene age. Also, regarding the greatest extension of the ice as well as the question of distinguishing two or more glacial advances from interglacial epochs, opinions are still divided. On the other hand the limit of the last advance of the ice or, if full proofs of a sure advance are still lacking, the limit of the greatest extension of the ice-covering during the marked standstill, which preceded the final regression of the ice, is well defined and just situated within the sub-andine region. Not having had any opportunity myself of visiting the eastern coasts of Patagonia and there studying the questions relating to the age and greatest extension of the ice age, I will not touch upon these subjects in this paper, but, instead, restrict myself to the late glacial formations, as found along the eastern slopes of the Cordillera

It is necessary, rightly to understand the glacial phenomena within the sub-andine region, to give a short description of the orography of the country, which borders it on both sides. As I have already mentioned, the great Pampas plain is intersected by a number of broad valleys. Following up one of these you are surprised, when nearing the Cordillera, to find that the main river is, as it were, suddenly cut off by a series of low morainic ridges. The principal stream is divided up into a number of tributaries, which reach the main valley from the »Mezetas» or high plateaus at both sides. The morains, which here stretch across the valley constitute, in many cases, the continental watershed of the present day, the whole drainage system of the great transversal valley therefore being confined to the western parts of the Pampas itself, whereas the drainage of the eastern slopes of the Cordillera seeks its way westward. To the west of the watershed you encounter either a broad valley, the direct continuation of the transversal valley, but draining off to the west, or else one of the great sub-andine lakes, which stretches away far into the snow-clad mountains, through which it seeks its outlet by one of those narrow gorges, which at intervals pierce the Cordillera range. The eastern end of these lakes, of which I will give a more detailed description later on, still lies within the Pampas formation, the depression which it fills being a direct continuation of the transversal valley. We have then to deal with the perhaps unique circumstance that the continental watershed consists of some low morainic hills; even such a paradox is met with as that a river bed or rather the bank of a river, is the water divide between two oceans, so that at high water the overflowing river sometimes issues partly by the Pampas valleys to the Atlantic and partly through a trans-andine gorge to the Pacific. The explanation of these strange freaks of nature is to be sought in the fact that the glacial ice divide and the watershed of to-day follow two very different topographical lines, the former having chiefly been situated along the central Cordillera range, while the latter, to a great extent consisting of loose glacial deposits, often lies far beyond the mountains, out on the Pampas. I base this statement on the distribution of erratic blocks. Whilst among the glacial deposits of the Pampas I found the greatest part of the erratics to consist of the crystalline rocks of the Cordillera, I have never in the Andes found anything indicating an east to west transport by the ice. And, the petrological formations of the two areas being so very different, it is particularly easy to note the origin of the erratic blocks. Comparing the general features with those in Scandinavia during the latter glacial period, you might expect to find things reversed, as there are many marked analogies. In fact, the main orographical features are very similar; to the west the fiord landscape, bordered by the ocean and with an abnormal high fall of rain, then the mountain range with the wide plateau landscape stretching away eastward. (As most of my readers are aware, the late glacial ice divide in Sweden did not follow the mountain range but lay a good deal



eastward thereof, this in many places giving rise to great ice-dammed lakes, which sought their outlet through the lowest mountain pass westward). Notwithstanding the many striking resemblances, there is nothing indicating an analogy in the situation of the ice divide; on the contrary, everything points to the fact that the late glacial ice divide of Patagonia has been situated on the Central Cordillera range. Also the distribution of the ice of the present day indicates the same, the whole of the Cordillera between lat.  $48-52^{\circ}$  S. being covered by a *continuous sheet of ice*, to the west



Fig. 2. Icebergs in Lago Argentino.

reaching the ocean in numerous glaciers, to the east extending to the low plains of the Rio Serrano, or else forming mighty streams of ice filling the western parts of many of the sub-andine lakes. (See map, Plate IV.)

We are now forced to presume, that most of the trans-andine valleys up to a very recent period have been filled by masses of ice, particularly as mighty glaciers, to this very day, all but reach down to several of the valleys, especially in the south. The consequence must have been, that the whole drainage system of the eastern Cordillera, which now seeks its outlet westwards, has in that direction found its passage blocked by ice

and has had to seek its outlet over the lowest passes eastward. In many places ice-dammed lakes have thus been formed. To the east, the lowest pass has inevitably been over the glacial deposits in the depressions of the great transversal valleys, which mark the older course of the drainage system of the eastern Cordillera. Here again mighty glacial moraines have in many places caused the formation of lakes by damming up the old valleys, and towards the end of the ice age there must therefore have occurred the very singular phenomena of great lakes, *to the west* dammed by ice from their outlet through a trans-andine gorge, and *to the east* still further dammed by glacial deposits formed by the mighty glaciers, which once filled the deep depression now occupied by the sub-andine lakes and valleys.

### Previous surveys.

Before entering on a more detailed description of some points of special interest, I will give a short account of the views of some former explorers of these regions. The glacial phenomena here are much too conspicuous long to elude attention, and all the scientists, who have visited these parts have given more or less summary reports on the subject. Especially the formation and age of the transverse valleys of the Pampas, as also the nature of the sub-andine lakes have given rise to different views.

FRANCISCO MORENO, the principal leader of the work of the Argentine Boundary Commission, has himself visited most parts of the Patagonian sub-andine region between lat.  $41^{\circ}$  and the Straits of Magellan. In the *Geographical Journal*<sup>1</sup> of 1899 he gives a graphic and detailed description of the physical geography of these regions. He has there recognised that the lakes and rivers of the eastern Cordillera, now draining west, have formerly flowed through the transverse valleys eastward. In his explanation of why the greater part of the drainage system of the Cordillera has been reversed, he principally builds on two geological causes — in the first place a very recent upheaval of the land, secondly a rapid water erosion in the Cordillera passes. In another paper<sup>2</sup> he accounts for the same phenomena by »the accumulation of glacial deposits, the decrease of waters through decrease of rains and the increase of evaporation as well as to the uplifting phenomena«. It is difficult to see how a decrease of rain could in any essential degree have the effect of lowering the lake level, if an outlet existed westward corresponding with the present level of the water. Many of the transversal valleys have, according to MORENO, up to very recent times, been narrow inlets of the Atlantic, reaching to

<sup>1</sup> *Geographical Journ.* 1899, p. 253.

<sup>2</sup> *Ibid.*, p. 356.

*Bull. of Geol.* 1908.

the very foot of the Cordillera and have only by recent upheaval been transformed into valleys. The lakes of the eastern Cordillera would consequently have had their outlets eastward until the erosion opened a lower pass to the west. In MORENO'S paper no mention is made of the influence of the ice age, excepting in the glacial deposits forming the present watershed. But he evidently considers the erosion, which has opened up the trans-andine valleys, to be postglacial. As I have already mentioned, we must consider, that many of these trans-andine valleys have been ice-dammed up to a very late date, so that the postglacial erosion could never have been very deep. Besides that, the glaciers, which have once filled these valleys, have left very decided marks of their existence in the form of moraines and glacial striation down to the very river bed, which positively proves, that postglacial erosion has played but an insignificant part in their formation. As an exemple of how very recent MORENO considers the reversal of the drainage of many of the lakes, he quotes several Indian legends, telling how certain rivers, for instance the Shehuen, formerly came from a large lake. Except for these legends there are, however, no proofs that the present drainage has been reversed in such recent times. The only agency, which has been able to reverse the whole drainage system in postglacial time is, as far as I can judge, the ice itself, or rather *the last disappearance of the ice* from the Cordillera passes. As to the nature of the transversal valleys, MORENO seems to consider them of tectonic origin, putting them in direct connection with the depressions of the sub-andine lakes. Referring to LAGO VIEDMA he says:<sup>1</sup> »This lake also occupies a tectonic depression, which stretches to the Atlantic«, the continuation of the lake depression, according to MORENO, consequently being the Shehuen and Chico valleys.

FLORENTINO AMEGHINO tries in a few words to prove the transverse valleys' *tectonic nature in very recent times*. He writes as follows:<sup>2</sup> »Having dispelled the ignorance as to the origin of the boulder formation, this leads us naturally to determine the age of the formation of the transverse valleys of Patagonia«, and comes to the *inevitable* conclusion, »that the formation of the great transverse valleys of Patagonia was brought about by great dislocations and gigantic faults at a comparatively recent geological period, posterior to the boulder formation, and at the last emergence of the land«. Owing to the find of his brother CARLOS AMEGHINO of an *Ostrca* in the boulder formation, AMEGHINO is at once ready, without even a nearer description of the places of discovery, to draw such startling conclusions as that the valleys of Patagonia, which intersect the almost unmoved stratas of the Pampas, are formed by great dislocations and gigantic faults. The author does not even consider it necessary to give a single example of these phenomena, but, in his eagerness to avail himself of the *Ostrca* find in the Teuelche formation for ascribing to

<sup>1</sup> Geographical Journal, 1899, p. 262.

<sup>2</sup> Geological Magazine, 1897, p. 18.

it a miocene marine formation, he does not hesitate, to try to explain all relating circumstances in favour of his new idea.

OTTO NORDENSKJÖLD in discussing the Boulder formation, to which I will refer at the end of this paper, comes to the conclusion that the transversal valleys are valleys of erosion of interglacial age.<sup>1</sup>

HATCHER comments, in his description of Patagonias physical geography, on the transversal valleys.<sup>2</sup> He interprets them as old river beds, and places their formation *before* the last great Patagonian transgression (when the Fair Weather beds were deposited), that is to say of the pliocen age. During the postpliocene elevation many of these valleys would still have existed as inlets, like the Magellan Straits of the present day, cutting right through the Continent to the foot of the Cordillera, and only by degrees have been transformed into valleys. To this explanation SCRIVENOR<sup>3</sup> seems in general to agree. Further on in his paper HATCHER refers to the nature of the great sub-andine lakes, which he simply classifies as tectonic depressions, not mentioning their near correspondence to the transversal valleys. The eastern parts of most of these lakes are only separated from the valleys by glacial deposits and must, as far as I can judge, be considered as a direct continuation of these, whereas the western fiord-like inlets of many of them, stretching far into the mountain range, are of a very different nature. HAUTHAL, who has visited many of these lakes, is of the opinion,<sup>4</sup> that the eastern parts must be regarded as valleys of erosion, whereas he ascribes a purely tectonic origin to the western parts.

### Special description.

I now pass on to give a more detailed description of the phenomena relating to the last stages of the ice age within the sub-andine region.

#### Lago San Martin.

One of the most typical examples in the postglacial evolution of a sub-andine lake is that of *Lago San Martin*. The lake itself is some 60 km. in length from east to west, but at its western end great fiord-like arms stretch away in all directions, the longest one, to the north, being over 50 km. At the northern end of this fiord, its present outlet, the Rio Pascua, is situated; a torrent river zigzagging between the steep mountains, until

<sup>1</sup> Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach den Magellansländern. 1895—97, I: 1, p. 50.

<sup>2</sup> Reports of the Princeton Univ. exp. to Patagonia 1896—99. Vol. I.

<sup>3</sup> Quart. Journal, n:o 59, 1903 p. 160.

<sup>4</sup> Petermanns Mitt. 1906, p. 186.

the gorge which it follows opens into the innermost fiord of the Calen Inlet. The eastern end of the lake presents a very different aspect. A great plain about 15 m. above the level of the lake stretches away to the east, intersected by a small rivulet coming from the Laguna Tar, a lake of some 10 km. in length. The level of this lake is 18 m. above San Martin. The monotony of the plain is only broken by low morainal ridges, which here and there rise above the even plateau. Just to the east of the Laguna Tar the present watershed is situated at a height of 224 m. above the sea, i. e. 24 m. above the level of San Martin. A small rivulet, the Arroyo de la Meseta, which flows into the Laguna Tar, at one point actually follows the watershed itself, which consists, as usual, of morainal deposits, an example therefore of a river bank being the conti-



Fig. 3. Northwestern fiord of Lago San Martin.

mental water divide. At high water in the spring this rivulet would overflow and partly drain *towards* the Atlantic, following the great valley of Shehuen, which commences here, and to which, as is distinctly seen by the maps, the whole depression of the eastern part of S. Martin belongs. This valley which transverses the whole continent joins the valley of the Rio Chico only some 60 km. from the Atlantic. — These circumstances permit of some interesting conclusions being drawn. In the first place it is evident that the great lake of San Martin has once had its outlet through the marked valley, which is the direct continuation of the eastern part of the lake itself. A rise of 24 m. would suffice to give the lake once more an easterly outlet. The great plain east of San Martin undoubtedly represents lake deposits from the time, when the level of the lake was higher than it now is. Great erratic boulders of western origin,

strewn here and there, denote a transport by icebergs, and this is no farfetched explanation, as even to the present day several mighty glaciers flow far out into the western end of the lake, and moraine-covered icebergs are still to be seen drifting about. The trans-andine gorge has evidently long remained ice-dammed, blocking the western outlet, as on each side of the narrow gorge of the Pascua river mighty icefields remain, sending down glaciers towards the main valley. The ice-dammed lake must then have reached some 20 km. further eastward, and had its outlet over the low watershed of the present day down the Shehuen valley. As the last barrier of ice gave way to the west, the level of the lake would suddenly sink more or less to its level of today, the postglacial



Fig. 4. Plain, consisting of gravel deposits and morainal detritus bordering the eastern shore of San Martin.

erosion in the trans-andine valley not having had time to lower the lake to any essential degree — Taking a profile across the whole continent from the Atlantic to the Pacific, following the depressions of the Shehuen valley, the San Martin lake and the gorge of the Rio Pascua, the highest point met with, would lie 224 m. above the sea, while a profile taken only a few km. north or south would rise to upwards of 2000 m., perhaps a unique circumstance which is, with small variation and a somewhat greater minimum height, repeated time after time, parallel depressions intersecting the Patagonian continent, thus forming one of the most characteristic features of the physical geography of the country. It is as interesting as instructive to consider what the results be, were the Pascua gorge once

more to become icebound. The lake would only rise some 24 m., spread over the low terraces at its east end and seek its outlet over the watershed, following its former well defined course along the Shehuen valley.

A typical example of how complicated the drainage of the eastern Cordillera has been made by the damming up of the eastern outlets by glacial detritus, is the small alpine lake of *Belgrano* on lat.  $47^{\circ} 50'$  long.  $72^{\circ} 10' W.$  and at a height of 780 m. The eastern end of the lake forms the direct continuation of the broad Rio Belgrano valley, a tributary to Rio Chico, and belonging to the category of the transversal Pampean valleys. Blocking up the valley and forming the present watershed, a wide plain of lacustrine deposits stretches from the shore of the lake several km. inland. Its height is about 70 m. above the lake level. This low land, here and there intersected by morainal ridges and dotted with great erratic boulders, represents the lake deposits from the time when the western outlet was still icebound. The water level would then have been some 70 m. higher than at present. The plain is traversed by several streams coming from the north and south, which however do not find their way to Lago Belgrano, though passing quite near its shores, but seek their outlet eastward, having partly cut down deep cañons through the loose sand of the plain. Again, therefore, a river following the watershed! The present outlet of the lake presents a very different aspect. At its western end the Lago Belgrano communicates, by a short river, forming a waterfall, with another lake, Lago Azara, which in its turn drains into Lago Nansen. The outlet of this lake becomes a tributary to the River Meyer, which, after many bends and circuits, flows into a fiord of the S. Martin lake. The ultimate outlet of the Belgrano is therefore to the Pacific, through the Pascua river by a series of lakes, valleys and gorges, while the natural outlet to the east is only blocked by a low terrace of lake sediments from the time Lago Belgrano was still ice-dammed westward.

### Lago Buenos Aires.

Having given a description of the San Martin — Belgrano system as one of the most typical examples of the evolution of the sub-andine lakes, I will only draw some short parallels regarding the other lakes. *Lago Buenos Aires*, is very much more regularly shaped and more typical of the sub-andine lakes in general than San Martin. Its height is 217 m. above the sea. To the east it is bordered by a wide and typical moraine landscape. Close to the lake well marked terraces mark the old shores. The watershed lies 116 m. above the present level of the lake, and is situated at the well known Paraiken, where the river Fenix makes its sharp bend toward Lago Buenos Aires. A short canal dug through a swamp would suffice to turn its water toward the east, proving the very unstable position of the watershed of the present day. The

transverse valley, which corresponds to the depression of the eastern part of the lake, is that of the Rio Deseado, forming a broad valley, now almost destitute of water.

The present outlet of the lake is through the river Las Heras, which after receiving the waters of Lago Pueyrredon, another of the sub-andine lakes, opens into the Calen Inlet. It is noteworthy that two trans-andine gorges end in the inner part of the Calen Inlet, the whole of the Cordillera range between the Rio Pascua and Rio de las Heras being essentially lower and more free of ice than either to the north or south.

### Valle Frias-Rio Pico.

The valley of the Rio Frias lat.  $44^{\circ} 40'$ , gives an example of how no lake has been formed, the trans-andine pass having been low enough to drain off the whole valley. But numerous traces of a former lake are met with, from the period when the outlet westward was still ice-dammed. The watershed is at its lowest point 880 m. About 10 km. westward the bottom of the valley is about 780 m. Following up the Arroyo de los Patos southward, I came across some very well

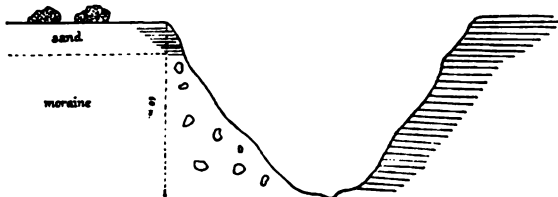


Fig. 5. Cutting through the Arroyo de los Patos valley.

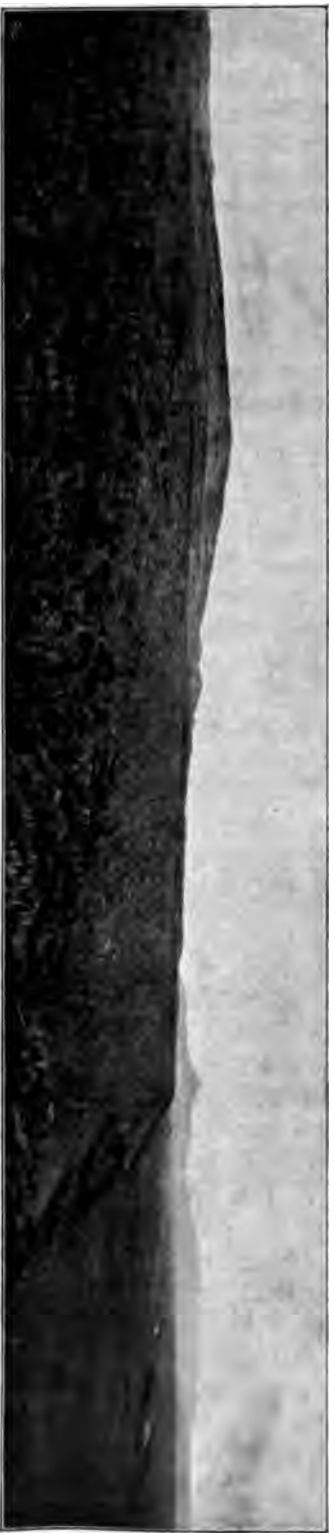
defined terraces as well as an interesting profile in the river bed. The terraces are 890 and 1005 m.,<sup>1</sup> the deposits consisting of loose sand and gravel. The profile shows a cutting through the narrow valley of the stream. On the one side the whole bank, 60 m. high, is built up of only loose stratified sand, on the other 50 m. is composed of a moraine, and only 10 m. of sand. The summit corresponds with the 1005 m. terrace. Numerous erratics of significant size are found strewn about on the terrace, evidently brought there by icedrift, and as usual denoting a westerly origin. The moraine of this profile is of a very typical structure and is evidently part of a terminal moraine crossing the head valley, but parallel with the smaller valley of the tributary. The lower terrace of 890 m. seems to correspond with the watershed of the present day. What connection the higher terrace has had to the present waterdivide, or whether it represents the height of an older watershed further east, now eroded away, I dare not say, only having this one observation to build upon. Detailed investigations of these parts, as of so many others is sadly needed and would without doubt lead to interesting results. The terraces must in some way be formed by deposits of the once ice-dammed lake. — At the bottom of the head valley a fine banded clay is visible in several places.

<sup>1</sup> Aneroid measure.





**Fig. 6.** The watershed, consisting of morainal deposits, to the east of Rio Fria, showing former outlet of the ice-dammed lake.



**Fig. 7.** Terrace in the Rio Fria valley.

Reproduced from The Ariz. Bound. Com.

Somewhat further north the valley of the *Rio Pico* shows traces of the same evolution. The watershed lies 770 m. above the sea level and is situated in a typical morainal landscape. To the west the broad valley of the *Rio Pico* stretches away towards the Cordillera, where its waters enter a narrow gorge, eventually joining the *Palena* river. The valley near the watershed slopes very gradually, great swamps and numerous small lakes and ponds being the last remains of a former great lake. Well defined terraces right up to the present watershed indicate the former level of a lake, in all probability caused by the present western outlet still being filled by ice. The corresponding transversal valley, the outlet of the former ice-dammed lake, is that of the *Rio Senguer* and its tributary *Arroyo Nirehuao*, now separated from the *Rio Pico* valley only by a series of morainal ridges.



Fig. 8. The Upsala glacier in the northwest arm of Lago Argentino.

### Lago Argentino.

We will now turn south of Lago San Martin. *Lago Argentino* differs in some respects from the other lakes. Its form is typical, the contrasts between its broad eastern end, bordered by the Pampean ediments and the narrow fiords with precipitous cliffs over 1000 m. high, which form its western parts, is striking enough. But Lago Argentino has still its outlet eastward to the Atlantic ocean by the *Santa Cruz* river, which would find its natural explanation in a corresponding trans-andine pass not existing to the west. But even did such a pass exist, it would have no influence on the drainage of Lago Argentino, as it would still to this day be icebound. To the west of Lago Argentino the great inland ice of south Patagonia still holds its grip, sending down mighty glaciers into the fiords of the lake. What is hidden beneath its icy cover can of course not be discerned, but it is a fact, that behind the great Upsala glacier

of the north arm of the lake there exists a very marked depression in the Cordillera, as may be seen in the photo. Possibly there exists an ice-dammed passage westward, which would show us an interesting picture of the evolution of the sub-andine lakes. To the east Lago Argentino is bordered by glacial and fluvial deposits, through which the S. Cruz has cut its way. Great erratic boulders lie scattered on the top of the sand and gravel terrace some 25 m. over the level of the lake, indicating that the postglacial erosion of the S. Cruz has sunk the lake considerably. What part the great lava eruptions, which have crossed the river bed have played I cannot say, not having had the opportunity of visiting these regions.

### Formation of sub-andine lakes.

Before proceeding further south, I will here briefly dwell on the formation of the depressions of the typical sub-andine lakes, as found in Lagos Buenos Aires, San Martin and Argentino. In the first place an interesting fact is the near correspondence in height between the largest lakes: Lago Argentino 200 m., Viedma 250 m., San Martin 200 m., Pueyrredon 199 m., and Buenos Aires 217 m. I have several times already emphasised, that the eastern parts of those lakes seem to be a direct continuation of the transversal valleys. Imagining the glacial deposits, which head these valleys, removed, the level of the lake would be greatly reduced and the valley would stretch further westward. It is therefore necessary, when seeking to explain the formation of these lakes, to keep this in mind, as far as their eastern part is concerned. On the other hand the western fiords of the lakes with their perpendicular shores present an aspect so totally different as to claim another explanation. They have every resemblance to the Alpine lakes of other mountain landscapes and without doubt ice has played a principal part in moulding their present form. Descending the steep mountain sides, the glaciers reach their maximum of erosive power. But further eastward the glacier, which had once filled the whole depression, has not had the same power to erode, the fall there being insignificant, if any, and in this case the ice would spread out more as in a piedmont-glacier. Of course a series of soundings in these lakes would be most interesting and doubtless give a definite answer as to the mode of formation of these depressions. There is however every reason to suppose, that the deeper part of the lakes is to the west, the whole topography of the country indicating this to be the case, especially by analogy with the very simular inlets further south, where the depths are known. I will return to this question later on after having dealt with the general formation of the southern inlets. In trying to solve the formation of the sub-andine lakes it is therefore necessary not simply to classify them, as AMEGHINO and HATCHER do, as tectonic depressions, but assume, that in their eastern parts they represent the continuation of the erosion valleys

of the Pampas, whereas their western parts have without doubt to a great extent been moulded by glacial erosion. In pre-glacial time the watershed would then have lain along the eastern slopes of the Cordillera.

As to the trans-andine passes, there can be no doubt that they are old preglacial depressions, and that therefore in pre-glacial time low passes have existed at intervals, transversing the whole Cordillera. Glacial erosion may have done much to deepen them, whereas, from reasons already mentioned, postglacial erosion can not have played any significant part.

In continuing south of Lago Argentino several breaks through the Cordillera are again met with, but differing from the trans-andine valleys I have described by being submarine, that is to say consisting of narrow fiords or channels transversing the Cordillera range, and at its eastern side widening out to considerable inlets. The analogies with the trans-andine



Fig. 9. Trans-andine valley of the Rio Ftaeufu.

valleys and the sub-andine lakes are however so numerous and so remarkable, that it seems as if on the whole their existence were caused by the same geological powers, the only difference being that the land to the south lies essentially lower, the valleys therefore being represented by fiords, the lakes by inlets of the ocean.

### Otway and Skyring Water.

The two great inlets, *Otway* and *Skyring* Water together form an equally interesting as singular drainage system. Through the narrow Jérôme channel you enter from the Straits of Magellan into an 80 km. long, 25—30 km. broad inlet, known by the name of Otway Water. In its north-eastern corner it in its turn communicates with Skyring Water through the Fitz-Roy Channel.

Both inlets stretch far outside the mountainous Cordillera range. The eastern shore of Otway is bordered by low land, which divides it from Cabeza del Mar, an inlet of the Magellan Straits, cutting deep into the country. The breadth of the intervening land is only about 10 km., and at its lowest level it may be safely said, its height does not exceed 30 m. The eastern part of Skyring and the Fitz-Roy Channel are bordered by the *Palomares* range, consisting of tertiary sandstones. To the N. E. of Skyring there is another depression towards the Laguna Blanca, which lies 140 m. above the sea. Westward the topographical features rapidly change, the mezozoic and tertiary formations, which towards the east form an only slightly tilted monoclinial, become more violently disturbed, till



Fig. 10. Fiord in western Skyring, looking eastward.

in the western fiords of Skyring you find yourself surrounded by the metamorphic crystalline rocks of the Central Cordillera. Here Skyring Water communicates with the gulf of Xantegua by the narrow Cajardo Channel.

It was especially near *Los Amigos* at the north end of the Fitz-Roy Channel, that I had a good opportunity of studying the glacial formations. Skyring Water is to the east bordered by a considerable, perfectly even plain, stretching from *Los Amigos* to beyond *Rio Verde*. It divides into two well-marked terraces, the lower 13 m., the upper 24 m. high. The whole of the lower terrace consists of fine sand, inter-layered by more or less coarse gravel. Numerous erratic blocks of every description are deposited, without any sign of order, at different heights. They are all of a westerly origin, belonging to the rocks forming the main Cordillera range. Underlying this sand deposit we found, about 400 m. north

of the Los Amigos Stores, a cutting down by the shore, showing a well stratified clay. with all the characteristic features of the banded clay of our hemisphere. There exists the same variation of colour in the deposits, and the same difference in the grain between different years. The contact between two yearly deposits is as a rule very sandy, samples easily falling to pieces. In 270 cm. I counted 58 layers, increasing in thickness downward, without reaching the bottom. There can be no doubt, that these sediments are of glacial origin.

Before discussing the formation of these deposits, I will again call attention to the relation between the glacial *ice divide* and the postglacial *water divide*; whereas the former, judging by all transport of erratic blocks, has here also followed the main Cordillera range, the latter is situated far to the east and consists of low morainic ridges or glacial deposits. During the time of glaciation the ice has therefore in the same way as it dammed up every outlet through the trans-andine valleys in the north, here barred the fiords, cutting through the Cordillera, transforming them to ice-dammed lakes or, in the case of Otway Water, to inlets barred in the west by ice, for there is every reason to believe, that the low land, which now divides Otway from Cabeza del Mar, has still been submerged at the end of the glacial period. — Otway and Skyring as well as the fiords of Ultima Esperanza, have thus for a period had their communication with the Pacific channels cut off by a wall of ice.

From the Magellan Straits a deep bay has probably, towards the end of the glacial epoch, cut into the country over Cabeza del Mar and Otway. At the western end of Otway large glaciers have discharged themselves, just as to-day the western fiords of Lago Argentino and Viedma are filled by ice. The Brunswick Peninsula has at this time been an island.

In Skyring Water conditions have been somewhat different. That its narrow outlet to the west has been ice-dammed, is still more obvious than in the case of Otway. Here the glaciers even to this day reach the water's edge, and just at the Gajardo Channel a glacier terminates in a perpendicular wall of some 30 m. out in the water, where numerous small icebergs break loose and are driven by the strong tidal current either into Skyring or into the Xantegua Gulf. It needs but a very small advance of the glacier, again to bar the communication in this direction, especially as the channel is so shallow, that great boulders, without doubt from an old washed-out moraine, are laid bare at low water, making it difficult to pass even in a rowing-boat. Another break in the Cordillera exists between Exelcior Sound and Obstruction Sound, but this pass is

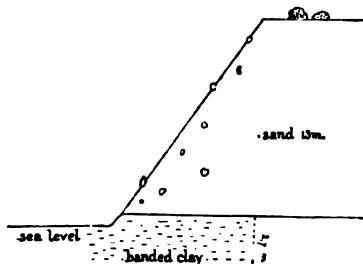


Fig. 11. Profile of terrace to the east of Skyring water.

now-a-days super-marine though the highest point does not exceed 20 m. Both these passes having been filled with ice, Skyring has had to find its outlet eastward and the lowest pass in that direction has without doubt been the low land, which divides Otway from Skyring, now transversed by the Fitz Roy Channel, which has cut its way through large moraines and fluvioglacial deposits. Beautifully modelled terminal moraines to a height of 60 m above the sea level are cut through by the channel, which in reality more resembles a river than anything else. And it may be presumed, that its original formation has been connected with Skyring emptying itself into Otway, although the broad break, measuring about 10 km., through the tertiary strates between the Palomares range in the



Fig. 12. Glacier still partly barring the Gajardo Channel.

east, and the Cordon Riesco in the west, is of older origin. This broad break has been filled up with glacial deposits by the receding ice. The water in these glacial lakes or rather inlets has been essentially higher than now. A whole series of terraces at varying heights both in Otway and Skyring, some of which MR HALLE has measured, give a positive proof of this. As the land rose, the channel has cut its way deeper and deeper through the loose material, and several well marked terraces on each side up to a height of about 50 m., mark the different steps. During this period the glaciers have receded to the western part of the lake, and the deposits of glacial clay and sand have taken place. On the sand terrace, described above, which is a typical ice lake deposit, occur on a small area a quantity of large erratic boulders, derived from the Cordillera formation in the west, the existence of which can hardly be explained otherwise than through icedrift. Their having collected in one place may

depend upon large icebergs having principally run aground there. Smaller erratics are, as before mentioned, strewed through the whole sand deposit.

It is not likely, that the ice-barrier disappeared exactly simultaneously in both Otway and Skyring; to judge from the distribution of the ice of the present time it would seem most probable, that Otway Water first regained its communication westward through the Jérôme Channel. If this took place while the land to the east was still submerged, or if the elevation had already transformed the former inlet into a lake, cannot as yet be decided though the former alternative seems the most probable. As the land has subsequently risen, Skyring Water, still ice-dammed to the west, has eroded its channel deeper and deeper through the loose deposits of the Fitz Roy Channel, till its waters have gained the same level as Otway. The cessation of the ice barrier in Skyring has under these circumstances had no other effect, than that of converting the lake of sweet, or at most insignificantly brackish, water into an inlet, with communication outwards at its two ends.

Just south of Los Amigos there exists a good profile of the deposits, which have filled the old depression between Otway and Skyring. At the bottom there are good-sized moraines of typical development and with erratics denoting transport from the west. Above this comes finely stratified clay, and then sand with beautiful current bedding, indicating a fluvial formation. The whole of the Fitz Roy Channel, which is 20 km. long, and only 5–800 m. broad, is therefore to be interpreted as a post-glacial river, which rapidly has eroded itself down to its »base level«, through the loose deposits, which during the latter glacial age have filled up the older depression. In its present aspect it has not the slightest resemblance either in formation or structure to the fiord-like inlets, which generally go under the name of channels.

Lastly, a few words on the depths of Otway and Skyring. The soundings confirm, what the general topography of the country would lead one to suppose, namely an increasing depth to the west. Whereas at about 10 km. from the eastern shore the depth scarcely exceeds 50 m. and at 25 km. scarcely 100 m., the western parts of both inlets show over 600 m. In the fiords furthest westward the depth decreases again to 100–200 m. — There being so many other striking resemblances between these inlets and the sub-andine lakes further north, one may venture to presume, that the relative depths of those depressions are also similar, a supposition, which is supported by the nearly corresponding topography of the country. In how great a degree the shallowness of the eastern parts is due to the deposits of glacial detritus, can, of course, not be positively decided, though, as before mentioned, the glacial deposits often reach a very great thickness.



### The Ultima Esperanza district.

About the same evolution in postglacial time, as has been traced respecting Otway and Skyring, must have taken place in the Ultima Esperanza territory. The narrow Union Sound is at present the only water-road between the Pacific and the labyrinth of inlets and fiords, which form the waters of Ultima Esperanza. Another pass, though not at present submarine, I have already mentioned between Obstruction Sound and Skyring Water, which however only reaches a height of about 20 m. But as in the case of Otway and Skyring it is probable that these passages have been blocked by ice till late in the glacial age, and that a large lake has been formed, which has had its outlet eastward to the Atlantic. The land to the east of Disappointment Bay consists of alluvial deposits forming the low land known by the name of the plains of Diana. Here and there a well-marked morainal ridge rises above the even terraces. The watershed, which parts the tributaries of the river Turbio from the Pacific drainage, is only 82 m. high<sup>1</sup> and consists of morainal deposits. Therefore no high land separates the waters of Ultima Esperanza from the Turbio valley, and without doubt the outlet of the lake has been situated here, the Turbio and Gallegos valleys having drained the whole fiord system into the Atlantic, this presuming that the low land has not still been submerged, which was possibly the case in an early stage of the post-glacial period. As the land rose however, the river has flowed this way till the moment, when the passage westward became free of ice. Even here many well defined terraces mark the height of the old water level.

MORENO, who during the mapping of the country visited these parts, also recognized in the low land east of Obstruction Sound an old glacial river bed. But, as well here as in discussing the corresponding questions further north, he hardly mentions the ice as having played any prominent part, but ascribes the changes in the drainage to a very recent elevation. On the Ult. Esperanza district he writes: «The broad valley, which extends between Obstruction Sound and the Atlantic Ocean, is an ancient channel, filled with glacial detritus, which gives it a characteristic appearance, with extensive lateral moraines and frontings, cut by the great glacial river, the gradual decline of which is shown by the terraces left by its distinct levels», — and a few pages further on he continues:<sup>3</sup> «The present Pacific Channel (Ult. Esperanza) formed another (lake), which also emptied into the Atlantic by way of the river Gallegos, before the erosion wearing away the rocks in Kirk Straits connected the ancient lake with the Pacific, converting the fresh water into salt». As we have seen the southern

<sup>1</sup> Zeitschr. für Erdkunde, 1903, p. 171.

<sup>2</sup> Geographical Journal, 1899 p. 253.

<sup>3</sup> Ibid. p. 256.

Patagonian Cordillera, only reckoning north of the Magellan Straits is intersected in three different places by narrow inlets, the Jérôme Channel, the Gajardo Channel and Union Sound. To the north of the latter the inland ice commences and stretches without interruption to the gorge of the Rio Pascua on lat. 48, a distance of over 450 km. The valley of the Pascua is the first of the series of trans-andine valleys, which cut through the mighty mountain range, gathering the water of the eastern slopes into the Pacific. As I have already mentioned, there seems to exist no essential genetical difference between the northern trans-andine valleys and the channels of the south. I do not intend here to enter into a detailed discussion of the different theories concerning the formation of the trans-andine valleys. It is sufficient for the question before us, that postglacial erosion has had very little to do with their formation. As already mentioned, many of these valleys have only recently been freed from ice, and quantities of morainal detritus is deposited all over the slopes. At two different places, in the inner part of Estero Resi, a westerly inlet of Wolsley Channel, where a pass only about 25 m. high divides the Ult. Esperanza fiord from the Canal de las Montañas, as well as in the valley of Ftaleufu, I have seen glacial striation close to the river bed, which distinctly shows, that the erosion in postglacial time has had but little influence. In studying the interesting geology of these valleys I think one must keep in mind the near relation between the northern and southern representatives.

The general geology of the district north of Ult. Esperanza is comparatively well known from the papers written by NORDENSKJÖLD in 1898 and HAUTHAL 1907,<sup>1</sup> the latter paper accompanied by a geological map of the country between Ult. Esperanza and Lago Argentino. I will therefore confine myself to some few and brief remarks on these parts.

The district from Ult. Esperanza to the Baguales range in the north is known under the name of the Payne District. Numerous larger and smaller lakes abound in this typically morainal landscape. The eastern shores of the Lago Toro as well as of Lago Sarmiento are bordered by the finest landscape of terminal moraines imaginable. They are well illustrated on Hauthal's sketch, lying in a four-double row, gently curved to the east, and reaching a height of up to 100 m. These perfectly built terminal moraines have been formed by the large glaciers which once have filled the depressions now occupied by the lakes, barring the western outlet of the present day. The whole district has at that time formed one great sheet of water, probably seeking its outlet over the Vizcachas pass. The watershed there lies 315 m. above the sea level. Just eastward of the Vizcachas river the tributaries to the Coile originate, the watershed, according to Moreno, being a ledge of shingle and sand,

<sup>1</sup> O. WILCKENS, Erläuterung zu R. Hauthals Geologischer Skizze des Gebietes zwischen dem Lago Argentino und dem Seno de la Ult. Esperanza. Berichte d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg Band XV p. 75.

*Bull. of Geol.* 1908.

scarcely three feet in height. It is even said, that at high water the Vizcachas river overflows, discharging some water eastward to the Atlantic by the Coile valley. The analogy with the conditions in the north is therefore complete.

### **The Cami depression.**

Passing over to Tierra del Fuego the same general features in the physical geography are met with as all along the eastern Cordillera of Patagonia.

During the 4 weeks we spent on the western shores of Lago Cami (Lago Fagnano), I devoted some time to the study of the glacial and alluvial formations of this neighbourhood. The probability has already several times been discussed, as to whether the Admiralty Sound and the valley of the Cami together form a direct continuation of the great longitudinal valley of Chile, to which a tectonic nature is ascribed. Its close resemblance to the Beagle Channel has also been pointed out. Before touching on these questions I will give some detailed observations of the parts we visited, which in some degree may contribute to solve the true nature of the Cami valley.

The Lake Cami, (which is the original Indian name and therefore preferable to the more recent Lago Fagnano) lies some 80 m. above the sea level and finds its outlet through the 13 km. long Azopardo river into Admiralty Sound. The length of the lake is 90 km., stretching in a more or less east to west direction, its mean breadth is some 6—8 km., though its western parts are narrower. On the whole the valley shows a widening out towards the east, reaching its greatest breadth of 12 km. towards its eastern end.

The valley of the Azopardo river corresponds with the mean direction of the lake and constitutes the shortest way of communication with the Admiralty Sound. The north side of the narrow valley is bounded by the isolated heights of Mt Hope, and at the other side of these, there is again another valley, in its orographical features as well as in its morphology, in every way resembling the Azopardo valley. This valley seems also to be a part of the Admiralty-Cami depression, though a low ridge, some 20 m. high, now constitutes a local watershed midway between Cami and the Admiralty inlet. The combined width of these two parallel valleys corresponds with the breadth of the adjacent parts of the Admiralty-Cami depression, and the mean direction also coincides. It seems probable therefore, that in these two combined valleys the continuation of the Admiralty depression is to be found, and the isolated heights of Mt Hope must be considered as a horst, now occupying the middle of the valley. The geological structure of this mountain, which I will treat more fully in another paper, points towards the same explanation.

The Cami lake has, as mentioned, its outlet towards the west into Admiralty Sound. But during the later glacial period as well as in pre-glacial times this feature seems to have differed essentially. During the glacial period, the ice-movement in the Admiralty Sound has had a westerly direction. A quantity of small islets show a marked »Stoss- und Leeseite«, with full evidence marking the flow of the ice from east to west. In the Cami valley, on the other hand, the ice has moved in the opposite direction, here also the islets show a marked »Stoss-seite«, but indicating a movement from west to east. On a boat excursion, which Dr SKOTTSBERG undertook some 20 km. down the lake, he observed several fine morainal hills, which I, from his description and sketches, take to represent without doubt the last remains of large terminal moraines. They consist of well marked ridges, the one end resting against the southern shore, the other in a gentle curve stretching out into the lake. Stones out of these moraines consist to a large extent of the characteristic rocks of Mt Hope, which to my knowledge do not exist further to the east, and therefore distinctly indicate a glacial movement from west to east.

During the ice age the ice in the Admiralty-Cami valley has therefore, at least during some period, moved in two opposite directions, and the contemporary local ice divide must be sought in the present Azopardo valley. The greatest masses of ice have in all probability come from the broad Betbeder valley and from there followed the Cami depression eastward.

A more detailed investigation of the Azopardo valley gives some interesting details on these questions. Where the river flows out of the Cami it cuts through a morainal ridge, which in a NE—SW direction crosses the valley. After that the river flows along the steep slopes of Mt Hope, the northern shore consisting of bare rocks, the southern, on the other hand, of morainal and especially of gravel deposits. About 400 m. east of the Mascarello river's outlet, bare rocks begin to show even on the southern shore, and the river soon after flows into about a 2 km. long, narrow cañon with steep sides. The whole of this rock chasm has a very recent character, the rocks showing no signs of glacial striation which leads me to ascribe to it a postglacial age. Before its formation there must, then, have existed a low rock ridge, at about the same point as is still to be found in the parallel valley close by. Somewhere about here, therefore, the ice divide must be sought, and the small glaciers, which from here flowed westward into the valley, would follow the natural incline of the ground towards Admiralty Sound.

OTTO NORDENSKIÖLD, who in 1895—96 visited these parts, writes on the Azopardo valley as follows:<sup>1</sup> »Letztere Stelle (the Azopardo valley) ist interessant, weil das ganze Thal hier oberseeisch liegt. In Osten liegt der grosse Fagnanosee, dessen Tiefe 300 m. betragen soll. Durch den

<sup>1</sup> Ueber die posttertiären Ablagerungen der Magellanländer. *Wissensch. Ergebn. der schw. Exp.* 1895—97. Sthlm. 1899. p. 54.

Azopardofluss wird es mit dem Almirantazgobucht verbunden. Der Fluss läuft an mehreren Stellen zwischen steilen Felsenwänden hin, ohne dass jedoch für die Annahme ein *sicherer* Beweis vorhanden wäre, dass die Thalsole dort höher liege als der Seegrund.» I fail to see, that there is any possible or probably reason to assume, that the narrow chasm, lying some 40 m. above the sea, should be filled up by loose material, and that therefore the bottom of the valley should lie lower than the sea level. A rock cañon of only some 20 m. in breadth, but with an original depth of over 60 m., which later has been filled by loose material, certainly would be an unusual form of erosion, especially as the fall of the river just here is uncommonly strong. NORDENSKIÖLD continues as follows: »Ausser diesen Felsen, die schon durch ihre Form wenig an die abgerundeten *Roches moutonnées* anderer Gletscherthäler erinnern, besteht der Thalriegel aus lockeren Schuttmassen, die aber nie Moränen ähnlich sind und nie westliche Blöcke enthalten. Wenn überhaupt dieses Thal einst in nicht allzu weit zurückliegender Zeit das Bett eines Gletschers ausmachte, so kann das nur eine kurze Zeit der Fall gewesen, und die Eismassen müssen ziemlich unbedeutend gewesen sein. Dagegen tragen die an den Seiten mündenden Querthäler deutliche Spuren einer früheren Eisausfüllung an sich.» As already mentioned, the fact, that the rocky shores of the cañon do not show any traces of glacial erosion, I explain by its formation in postglacial time. NORDENSKIÖLD mentions the absence of »westliche Blöcke»; what the author means by this is not quite clear; the formation westward in Admiralty Sound consists of phyllite slates, and they are naturally not represented, the ice never having flowed in that direction. At the same time I fully agree, that the glaciation of the Azopardo valley has been of quite a local nature, as the ice, which has once filled it, has only been fed by the glaciers from the small by-valleys on the south side and from the comparatively small ice covering of Mt Hope. To the question of the absence of moraines I will return later on.

Venturing to calculate how the topographical features of the Cami have presented themselves in glacial times, I first assume that the glacial pass in the Azopardo valley has been some 20 m. higher than at present. At the ultimate regression of the ice, the water in the Cami would therefore have reached the same height and one would expect to find some signs of raised beaches along the shores. I have however found no traces of any such formations. But another circumstance must now be reckoned with. After the distribution of the glaciers in present times, it is presumable, that the ice has remained longest in the western part of the lake. In the upper part of the Mascarello valley as well as on the heights to the south thereof there still exist fairly considerable glaciers, while mountains of the same height further to the east are all but free of ice. If therefore the great Cami glacier which once has filled the whole valley, has towards the end of the glacial period retreated to the western end of the lake, this would bar an outlet in that direction, the lake would be ice-

dammed, and would have to seek its drainage eastward towards the Atlantic ocean.

Having come to this conclusion, we have now to turn to the eastern part of the lake, to find what evidence can be gained there relating to the glacial period. I much regret not having had the opportunity of visiting these parts myself, but Prof. J. G. ANDERSSON has given some valuable dates, gathered from an excursion from Harberton on the Beagle Channel to the east end of Cami during the Swedish Antarctic Exp. 1901–03. ANDERSSON writes:<sup>1</sup> »The east end of lake Fagnano (Cami) is bordered by low land, which separates the lake from the mountains rising in the S. and N. In an easterly direction this low land joins the vast plain of northern Tierra del Fuego. In some places the shore of the lake is low and bordered by small lagoons, but in general there rises above the beach a low barrier, (about 10 m. high).» In the following description the author asserts, that the eastern end of the lake is barred by glacial deposits, in which the erratic blocks signify a western origin. Interlayered with these deposits of indisputable glacial origin he mentions sand with current bedding, coarse gravel and stratified clay. — As may therefore be seen, not only is the eastern end of the lake blocked by glacial detritus, but these also are intermixed with clearly stratified layers, which may be interpreted as fluvioglacial deposits. As in the western parts of the lake traces of a great ice stream have been met with, moving in an easterly direction, the conclusion can safely be drawn, that the moraines at the eastern end of the lake have been deposited by the same large glacier.

There are as yet too few positive dates regarding the secular rising of the land in these parts to enable us to say with certainty, whether the receding Cami-glacier towards the end of the glacial period discharged itself into a lake of more or less the same dimensions as today, or if the low land between Cami and the Atlantic was then submerged and the greater part of the Cami valley in consequence formed a narrow inlet of the ocean reaching far into the centre of the Fuegian island. The notes that exist on raised beaches in the south of S. America are scarce and sporadic and date from several different sources. DARWIN gives as the maximum height of the sea in alluvial time 125 m.<sup>2</sup> in the S. Cruz valley 140 miles inland. But as this date is grounded on the find of one single much worn sea shell, it is not as reliable as his more defined terraces of 93 m. on the latitude of Gallegos. NORDENSKIÖLD<sup>3</sup> recounts a well marked terrace of over 10 km:s breadth at Useless Bay in the Straits of Magellan at a height of 55 m., with a quantity of erratic boulders on its surface and considers this as the maximum of the elevation in postglacial time. J. G. ANDERSSON<sup>4</sup> describes a raised beach of 3,5 m. height at

<sup>1</sup> Bull. Geol. Inst. of Upsala N:o 8 (1906) p. 180.

<sup>2</sup> DARWIN, Geol. Observation on S. America, London 1846, p. 9.

<sup>3</sup> NORDENSKIÖLD, Post tertiäre Ablagerungen s. 59.

<sup>4</sup> J. G. ANDERSSON, Geol. Fragments. Bull. Geol. Inst. of Upsala N:o 8, p. 182.

Harberton in the Beagle Channel as the highest traces there of moraine action, but later observations by T. HALLE, to be published in this Bulletin, show that the elevation is, at least in parts, greater. But still our knowledge is much too limited to give a complete or continuous impression of the postglacial elevation. On the whole it seems, as J. G. ANDERSSON has already remarked, as if an unequal upheaval of land occurs here with a probably greater elevation in the north than in the south. I have here recounted these observations so as to gather from them an approximate maximum height of the postglacial elevation, which I will calculate to be 100 m., leaving it an open question if land of lesser height than this, where as yet there are no actual measurements of the postglacial upheaval, *was or was not* submerged at the close of the glacial period. It must therefore, for the present, be left undecided, whether the Cami lake towards the end of the glacial period directly communicated with the ocean in the east, or if there existed intervening land at that time. In the former case there would have been a long narrow inlet of the Atlantic, the innermost or western part of which would still be filled by a mighty glacier; in the other case there would be a lake corresponding with the Cami of today but of somewhat greater dimensions, and, as in the former case, barred by ice towards the west and seeking its outlet eastward over the low land to the Atlantic Ocean. To be able to decide which of these alternatives have taken place, we must await detailed measurements of the littoral terraces and raised beaches on the Atlantic coast. In both cases the last disappearance of the ice in the inner parts of the Cami will have opened a new way of communication, either in the form of a narrow strait or in the form of an outlet towards the Admiralty Sound. The Azopardo river has then begun to cut its way first through the loose deposits, thereby washing out and stratifying the morainal detritus in the Azopardo valley, then eroding its way deeper and deeper through the rock, cutting out for its bed the narrow cañon above described. The reason why so few traces of true moraines are found in the Azopardo valley, would be, that the mighty river which after the last disappearance of the ice barrier sought its way through the valley, rearranged and reformed the morainal material into the large gravel deposits of today.

Some dates relating to the depths of the Cami are of interest in seeking to solve the original formation of the valley. During the above mentioned boat excursion Dr SKOTTSBERG took a series of measurements. A few km. from the western shore gave a depth of 74 m., at about 10 km. distance 85 m. and at 24 km. from the west a depth of 130 m. was reached. The Chilean Boundary Commission found in 1906, in about the middle of the lake, a depth of over 300 m. These dates seem to point to an increasing depth towards the east. Prof. J. G. ANDERSSON refers in his above mentioned paper to the depths of Cami and draws a parallel to the depths of the Beagle Channel. He writes: »At any rate there is a noteworthy analogy between the Beagle Channel and Lago Fagnano. The former we have found to be deep in

its western parts, but shallow and to a large extent filled with glacial and fluvio-glacial deposits near its eastern mouth. The western part of Fagnano is narrow, with the mountains rising steeply on both sides. Here the depth of the lake is said to be 300 m. The eastern part, on the other hand, is bordered by a low-land, built up by quarternary deposits. Here the lake itself is comparatively shallow, at a considerable distance from the shore I found a depth of only 30 m. Probably the features here described are partly due to the prequarternary orography of the two longitudinal valleys. At least it seems likely, that Fagnano was originally shallow in its eastern part, where it approaches the Tertiary plains. But on the other hand it cannot be doubted, that the deposition of glacial and fluvio-glacial beds has largely contributed to make the eastern parts of the two valleys shallow. — From analogies with the sub-andine lakes of Patagonia I am inclined to attribute the shallowness of eastern Cami as well as that of the Beagle Channel entirely to glacial and alluvial deposits. It seems, especially in analogy with the transversal valleys of Patagonia, as if the eastern parts of the lake might be considered a valley of erosion of preglacial age, cutting through the tertiary formation, having been formed as the land rose after the last transgression of the ocean.

I have dealt rather in detail with the inlets of South Patagonia as well as with the Cami valley. But my reason has been, that many striking analogies seem to exist between these parts and the subandine lakes and valleys further north, and it is especially these resemblances, I have wanted to point out, as they are of interest in solving the formation of these singular inlets, breaking right through the South Patagonian Cordillera.

### **The boulder formation.**

Every description of the ice age of Patagonia would be incomplete if it did not touch on the great shingle or boulder formation. But having in this paper restricted myself to the late glacial deposits of the sub-andine region, I will only dwell on those formations, which are to be found nearest the Cordillera or rather within the region of the last advance of the ice. At the same time I wish to point out, that I am in no way convinced, that the boulder-like formations found near the Cordillera are identical with what has been described as the great Patagonian shingle formation. In general I think a mistake has been made in trying under this one term to classify deposits of often very different character, and especially in seeking the same origin for the gravel deposits of the whole of Patagonia, which has given rise to as many different views as works written on the subject.



The typical boulder formation is briefly described as a more or less stratified deposit of shingle of, in general, some 10—20 m. uniformly covering the great Pampas. The stones are rounded, increasing in size towards the west and inbedded in loose sand or finer shingle.\* For a more detailed description I refer to the works of DARWIN<sup>1</sup>, HATCHER<sup>2</sup> and NORDENSKIÖLD<sup>3</sup>. According to their accounts the shingle formation is evenly spread over the great Pampas plateau from the Atlantic up towards the Cordillera. In the valleys, however, it only occurs sporadically, lodged in secluded nooks and angles. Concerning its extension nearer the Cordillera the reports are vaguer. On the Latorre hills the boulder formation has been found at the height of 800 m., and even in the immediate vicinity of the Cordillera remains of a more or less typical boulder formation are reported. Without entering into a general discussion on the formation of these deposits, I will here only shortly describe one or two occurrences near the Cordillera, which may be of special interest.

On the Meseta between *Rio Mayo* and *Valle Koslowski* an interesting profile is visible. The two valleys are situated at a height of between 5—600 m., while the Meseta or plateau mountain which divides them rises almost perpendicularly to a height of 1500 m. in its western parts. The Meseta being built up of relatively loose tertiary sandstones and conglomerates, the rivers which drain it have cut down deep cañons and it is a profile in the bluff of one of these, the Rio Chalia, I wish to describe. The whole lower part of the barranca, which forms the bank of the river, consists of slates and loose sandstone to a height of several hundred meters. Above these follows a layer of loose sand, well stratified and locally with fine current bedding. This deposit lies at a height of about 1050 m., quite 500 m. over the bottom of the transverse valleys. Above the sand follows some twenty meters of coarse gravel or shingle, with well rounded stones, varying in size from some few inches to half a foot in diameter, inbedded in finer material but without any visible bedding. This deposit is, in all probability spread over the whole plateau. On the north side of the same Meseta, towards the Koslowski valley I have noticed the same profile. The question is whether this gravel deposit, which in its consistency much resembles the shingle formation, is also genetically to be explained in the same way. At this height any other mode of formation than by fluvioglacial agency seems out of the question, as there is no proof that the whole land has been submerged in such recent times. Even if Hatcher's find of marine pliocene deposits at the height of 800 m. at Lago Pueyrredon should prove to be correct, and therefore a great pliocene transgression have taken place it would not suffice to explain the boulder formation here, at nearly double the height above the sea level, as a more or less marine deposit. The underlying sand

<sup>1</sup> DARWIN, Geology of S. America.

<sup>2</sup> Reports of the Princeton Univ. Exp. to Patagonia 1896—99. Vol. I.

<sup>3</sup> Wissenschaftl. Erg. der Schwed. Exp. nach den Magellanländern 1895—97. I: 1.

with current bedding also indicates a fluvial or fluvioglacial formation. It is of interest to note an analogue formation near PUERTO MADRYN, where ROTH<sup>1</sup> describes typical Teuelche (boulder formation) lying on a fluvial sand deposit, though here a marine deposit is also found. The analogy is, however, interesting as the points are so far apart, the one on the Atlantic coast, the other on the border of the Cordillera.

On several of the other Mesetas I have noticed very similar deposits so that as a rule it may be said, that a gravel formation covers the high Mesetas right up to the foot of the Cordillera. NORDENSKIÖLD has compared the boulder formation with the Nagelfluh of the Alps, and certainly its general occurrence and distribution in many ways resembles the Nagelfluh of the Bavarian plateau. Its near relationship to the glaciation of Patagonia seems in any case obvious. The Baguales Range, which has not been glaciated, bears no trace of any gravel deposits. On the other hand, the valleys and low land within the sub-andine zone contain a gravel deposit of essentially different appearance and without doubt of recent fluvial origin. In the Vizcachas valley a well has been sunk 12 m. through a coarse gravel interlayered with sand. These fluvial deposits are without doubt of a much later formation, bound to the valleys and probably formed by the rivers which once flowed this way.

### Concluding remarks.

I will now in a few sentences try to combine the principal conclusions which may be drawn relating to the postglacial evolution of the districts dealt with.

Firstly, the ice-divide during the ice age has in general followed the central Cordillera range, whereas the watershed of the present day, often consisting of glacial deposits, is principally situated considerably to the east of the mountains indicating the limits of the *latest Cordilleran glaciation*. The transverse valleys of the Pampas and the eastern parts of most of the sub-andine lakes, which orographically belong together, are nearly separated by glacial deposits. They are to be considered as valleys of erosion of preglacial age, probably formed, as the land rose after the last mighty pliocene transgression.

Until towards the end of the ice age the trans-andine valleys must have been filled with ice, barring any outlet in that direction. The drainage of the eastern Cordillera must at that period have followed the preglacial Pampean valleys to the Atlantic. High morainal ridges and quantities of glacial detritus have been deposited in the upper parts of the valleys by the receding ice, in many cases barring the rivers and thus

<sup>1</sup> ROTH, Beitrag zur Gliederung der Sedimentablagerung in Patagonien und der Pampeanregion. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. B. B. 26 p. 147.

forming extensive ice-dammed lakes. Through the very inconsiderable fall of the transversal valleys, the rivers have had but a small erosive power, and have therefore not been able to cut through the extensive glacial deposits and drain off the lakes, which, hollowed out by powerful glacial erosion, without doubt contain depths far below the level of the ocean. The passage of these former outlets through the morainal landscape is in most cases recognisable. As the last ice in the trans-andine gorges disappeared, a lower pass has thus been opened in this direction, the whole drainage system has suddenly been reversed, and the level of the lakes more or less lowered; in some cases it is possible, that the pass to the west has been low enough to completely drain off the former ice-dammed lake.

In preglacial time low passes of erosion must have existed in many places in the Cordillera. Through the accumulation of ice in these depressions, the passes may have been essentially lowered by glacial erosion, mighty streams of ice from the central parts of the mountains following these depressions both east and west. The western parts of the sub-andine lakes in every way resemble the fiords of mountain regions, which once have been the seat of glaciation and have doubtless to a great extent been formed by glacial erosion. A very marked tendency which many of the fiords of the sub-andine lakes have of stretching in a north-southern direction is in all probability due to tectonic depressions or faults caused by the forming of the Cordillera range, to which they are parallel. In dealing with the Cami depression, I mentioned that the Admiralty Sound and Cami valley often have been referred to as the continuation of the western longitudinal valley of Chile. In my opinion it lies nearer to compare the Admiralty-Azopardo depression with the many longitudinal valleys and fiords of the eastern Cordillera, to which it perfectly corresponds, as well in its geographical position as in its general morphology. The continuation of the western longitudinal valley is rather to be sought in the Beagle Channel, which in its relation to the Cordillera much better corresponds to the main longitudinal valley. Typical examples of fiords running parallel to the eastern Cordillera are found in the lakes of San Martin and Argentino, as also in the fiords of Ultima Esperanza and Skyring water. A continuous longitudinal valley to the east of the Cordillera, such as Moreno has sought to establish, can, on the other hand, hardly be said to exist. How farfetched Moreno's construction of this longitudinal depression in reality is, is obvious by the way in which it has to wind in and out; at times, as to the west of Payne, it is to be sought under the inland ice, whereas in Skyring its only representative would be the Fitz Roy Channel far outside the Cordillera range. Many of the sections which have been classified as tectonic depressions belonging to the eastern longitudinal valley are often to be reduced to low passes of erosion along the great disconformability between the central Cordillera and the sedimentary formations of the Pampas, which naturally have been a favourable place for the erosive forces to work.

There is a very decided resemblance in the general features of the physical geography of the sub-andine region and of the inlets of Ultima Esperanza, Otway and Skyring as well as in the Cami valley. The principal difference consists in the whole region in the south lying essentially lower. The geological forces which explain the general formation of the sub-andine zone are the same as those which seem to have taken the principal part in the formation of the southern inlets.

Lastly, I would draw attention to the relation between the principal sub-andine lakes and the present inland ice of Patagonia. From the Kirk Narrows in the Ultima Esperanza district the inland ice stretches without break to the trans-andine valley of the Rio Pascua, where a visible depression in the Cordillera commences, stretching to the Las Heras valley, a distance of some 60 kilometers. Here another stretch of inland ice commences and reaches up towards the pass of the Aisen river, more or less 200 km. in length. With only a break of 60 km. a continuous field of ice therefore covers the central Cordillera for more than 6 degrees of latitude. Further north the general appearance of the mountain range changes. Though mighty glaciers are still to be found, the glaciation is of a more local character and confined to the highest mountains. All the large sub-andine lakes are, as can be seen by the general map, to be found within the region of the inland ice. Also, all the trans-andine passes of the southern regions have their source from sub-andine lakes, whereas further north, though the general drainage system is the same, the lakes have been drained off. Whether this depends upon the passes having been longer free of ice, and therefore having been eroded deeper, or whether they have originally been essentially lower, is difficult to say, though the former conjecture may be a likely explanation. Even during the greatest extension of the ice it has not reached the western shores of Chiloë, though in the Estero de Riñihue on the eastern side of the Corcovado gulf. I still found rounded and striated rocks down to the sea level, and numerous erratics on the western coast of Chiloë, consisting of the Cordillera rocks, denote an ice drift in the gulf of Corcovado. I mention this to show, that even during the glacial period there has evidently been a much more limited glaciation in the Cordillera between Nahuel Huapi and Aisen, than further to the south, which has led to the orography of the present day differing in many ways.

### Addendum.

Since this paper was concluded, a treatise has been published by Dr P. Krüger,<sup>1</sup> dealing with the physical geography of the Patagonian Andes between lat. 42° and 44° S. Though not able to deal extensively with the many interesting facts he touches upon, I just wish to draw attention

<sup>1</sup> P. KRÜGER: Die Patagonischen Anden etc. Peterm. Mitt. Ergänzungsheft n:o 164 (1909).

to one or two points which have special interest in reference to the questions I have previously dealt with.

On page 107 the author describes a series of terraces, consisting of gravel or sand, situated in the valley of the Rio Yelcho, where it widens near the tributary Rio Quilaseca. Also from several other places analogous formations are described. In discussing the formation of these terraces, (terrapienes) in the trans-andine valleys of the Central Cordillera, the author points to the fact, that they are principally formed where the valleys open towards a side valley, and mentions that in the inner parts of these valleys small glaciers still exist. Dr KRÜGER's explanation of the formation of the terraces is, that they are not only formed by the accumulation of fluvial deposits but also by detritus from the glaciers in the side valleys. From Dr Krüger's description I think it probable, that we here see the result of an interesting process of icedamming. From the side valleys glaciers have reached down to and across the head valley, thus barring the main river and giving rise to a series of ice dammed lakes. The terraces he describes, mark the former shores of these. It is difficult to see, how glacial detritus could have been deposited as a bar across the head valley, if the glaciers of the side valleys did not also reach equally far down. It seems therefore probable that it has been the ice itself, and not accumulation of fluvial or glacial deposits, which has checked the flow of the main river. As the ice receded, the river would easily erode its way through the loose deposits, and the terraces alone would remain as evidences of the former lakes.

In many other questions the paper of Dr KRÜGER gives interesting details, in many cases showing the marked analogies in the postglacial evolution between the regions, he visited and the district I have dealt with in this paper on the question of the drainage of the eastern Cordillera. Dr Krüger builds mainly on the backward erosion in the transandine passes, which he considers to have been accelerated through the climatic contrasts east and west of the mountains. Very little mention is made of the part, the extensive glaciation of the Cordillera has played, though marks of the former glaciation are often described. As the trans-andine valleys can not have been formed in postglacial time, the ice must in every case for a longer or shorter period have blocked the outlet through these and deserves in discussing these questions at least to be taken into consideration.

---

### Plates.

Plate 3. Drainage system of Lago San Martin.

Plate 4. General map of Patagonia, showing previous and present drainage system of the eastern Cordillera.

---

## **7. On Quaternary deposits and changes of level in Patagonia and Tierra del Fuego.**

By

**Thore G. Halle.**

During the Swedish Expedition to Patagonia and Tierra del Fuego in 1907—1909 under the direction of Dr. C. SKOTTSBERG, I had opportunity to pay attention also to some facts bearing on the history of this region in Quaternary time. But as I was mostly engaged in studying the stratigraphy and palæontology of the older formations, I am only able to give some few and scattered notes on the questions to be dealt with in this paper. They may, however, be of some assistance to future explorers. — Mr. P. D. QUENSEL made before my arrival in Patagonia an interesting trip to the eastern border-zone of the Cordillera between Ultima Esperanza and Lago Argentino. During three months spent in this region, he studied also the past as well as the recent glaciation. After we had joined in Punta Arenas, in February 1908, to continue the geological work in co-operation, QUENSEL followed up his investigations of the glacial features in other parts of Patagonia and Tierra del Fuego. The main results of his studies appear in a paper published in the present volume of this Bulletin.<sup>1</sup> For the present I will confine myself to two different and yet closely connected subjects: a description of some glacial sedimentary deposits and a discussion of the Quaternary changes of level.

### **Quaternary deposits and submergence of Tierra del Fuego.**

Ever since the occurrence of a wide-spread glaciation in the southern part of South America was first stated, it has been generally regarded as contemporaneous with that of the northern hemisphere. Without attaching too much importance to opinions of a different nature, it is evident, however, that the simultaneousness should not be taken for granted *a*

<sup>1</sup> P. D. QUENSEL.

*priori*. In any case, there appears to be some interest attached to fossiliferous deposits, occurring in connection with glacial beds. Unfortunately the knowledge of such deposits is, however, very scanty and more of a nature to stimulate to further investigation.

Of very great interest is a bed of gray clay discovered by Professor O. NORDENSKJÖLD<sup>1</sup> north of Rio Cullen on the Atlantic coast of Tierra del Fuego. It rests on plant-bearing Tertiary layers and is covered by boulder-clay. A specimen of the clay was examined by Prof. P. T. CLEVE and found to contain needles of *Spongia* and *Diatomaceæ*, mostly marine. The fossils are of a decidedly Quaternary character. Unfortunately, there is no record of the height of this deposit above the present sea level.

During the Swedish South Polar Expedition in 1901—1903, Prof. J. G. ANDERSSON discovered an interesting Quaternary deposit on Gable Island, in the eastern part of the Beagle Channel. In a paper in this Bulletin<sup>2</sup> he has described the structure of the island, but unfortunately his collections were lost with the »Antarctic». In March 1909 I found opportunity to pay a short visit to this interesting locality.

Almost the whole of Gable Island is built up by Quaternary deposits, the underlying solid rock only projecting, according to J. G. ANDERSSON, in a small outcrop on the NE. Side. The lower part of these deposits consists — at least along the W. side — of a series of alternating beds of sand and gravel, varying in thickness and with an undulating upper surface. These lower series, considered by ANDERSSON as being of fluvio-glacial origin, is covered by a typical boulder-clay, containing comparatively few and small boulders in a rather coarse matrix. The thickness of the whole deposit varies considerably. On the west side the lower stratified series generally varies between 10—30 m. in thickness. The highest point of the island reaches — according to the Argentine chart — a height of 92 m.

Near the SW. point of the island ANDERSSON made the interesting discovery of organic remains in the boulder-clay. The fossils consisted of worn and fragmentary shells of mussels and barnacles. As mentioned above, the collection was afterwards lost, and ANDERSSON was not able to decide whether the shells were of Tertiary or older Quaternary age. In any case it is evident, that the fragments have been carried away by the ice from some unknown marine deposit.

When visiting the island I soon found in the boulder-clay some fragments of shells, apparently corresponding to those collected by ANDERSSON. But in another place, probably south of his locality, I discovered also in the stratified beds underlaying the boulder-clay some better preserved

<sup>1</sup> O. NORDENSKJÖLD. Über die posttertiären Ablagerungen der Magellansländer. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach den Magellansländern 1895—1897. (I:1.) Stockholm 1899. P. 36.

<sup>2</sup> J. G. ANDERSSON. Geological fragments from Tierra del Fuego. Bull. Geol. Inst. Upsala (VIII) 1906. P. 169—183.

marine shells. Most common were barnacles, mostly entire, and mussels, the latter very broken and fragmentary. Besides there were represented some few species of small gastropoda, to a great part perfectly entire. The fossils were found in the uppermost part of the stratified series, which attains in this place only a thickness of about 10 m. above sea-level. They were confined to certain well defined strata of a coarse sand, in which they occurred in great abundance. According to the current-bedding of the deposit, the fossiliferous strata cannot be followed for a greater distance, but thin out and disappear between barren layers.

The fossils were presented to the State Museum of Natural History in Stockholm. Through the courtesy of Prof. G. HOLM they were handed over for examination to Mr. R. HÄGG, who has kindly placed at my disposal the following report on the fauna, which I quote *in extenso*.

»The collection from Gable Island, handed over to me for determination, contains the following species:

1. *Savaticeria dubia* STREBEL. — 4 specimens. Present distribution: West Patagonia, Tierra del Fuego and the Falkland Islands, in a depth of 7—275 m.
2. *Euthria rosea* HOMB. et JACQ. — 2 specimens. West Patagonia, Tierra del Fuego and the Falkland Islands, 5,5—275 m.
3. *Euthria cerealis* ROCHEBR. et MAB. — 1 specimen. West Patagonia, Tierra del Fuego and the Falkland Islands, from the low-tide shore to 22 m.
4. *Euthria meridionalis* E. A. SMITH. — 2 specimens. West Patagonia, Tierra del Fuego, 11—45 m.
5. *Euthria Martensi* STREBEL. — 1 specimen. West Patagonia, Tierra del Fuego, 9—37 m.
6. *Antistreptus magellanicus* DALL. — 2 specimens. Found living outside the coast of Northern Argentina, in lat. s. 37°50', in a depth of 100 m. (Swedish South Polar Expedition 1901—1903), near the eastern entrance to the Magellan Straits and in the Magellan Straits.
7. *Trophon laciniatus* MARTYN — 2 specimens. Chile, West Patagonia, Tierra del Fuego, the Falkland Islands and South Georgia, 11—160 m.
8. *Trophon dispar* MABILLE et ROCHEBR. — 1 specimen. Tierra del Fuego, 25 m.
9. *Cerithium pullum* PHIL. — 2 specimens. West Patagonia, Tierra del Fuego and the Falkland Islands, from the low-tide region to 275 m.
10. *Pecten patagonicus* KING. — 12 fragments. Tierra del Fuego, Southern Patagonia, and the Falkland Islands, 16—22 m.
11. *Venus Dombeyi* LAM. — 1 fragment. Peru, Chile and the Straits of Magellan (found there only once and very rare).
12. Undeterminable mussel — 7 fragments.
13. *Balanus* sp. — 7 complete specimens.



The fauna is to be considered as a homogeneous shallow-water fauna and consists mostly of species living now in the immediate vicinity of the locality. Most of the species are very common now. The occurrence of *Antistreptus* and *Venus* possibly indicates a warmer climate than at present. That the climate has in any case not been much colder than now, is seen from the fact that none of the species occurs in the proper Antarctic region. Only *Trophon laciniatus* reaches colder regions than Tierra del Fuego and the Falkland Islands. Of this species a young specimen has been found once at South Georgia, but this island should evidently be considered as lying outside the proper range of distribution of the species, which is Tierra del Fuego and the Falkland Islands.

That the fauna could have existed in the vicinity of a glacier must be regarded as excluded on account of the temperate character of the species and the predominance of the gastropoda as compared with the mussels. Also the vicinity of the mouth of a river is improbable. The fauna appears to have been living under favourable conditions. It is, of course, completely excluded that it could be of a Tertiary or Præglacial age. It looks like being of a very recent character, but it may also be interglacial. The specimens are in general well preserved. It is especially remarkable that all the Balanidæ are perfectly complete, a condition of preservation not common even in the undisturbed late Quaternary deposits of western Sweden. Nothing thus indicates that the shells have been transported or occur now in secondary position. A detailed account of the fauna will be published before long.»

Since it has been possible to determine specifically a considerable number of the shells, this deposit is interesting from several points of view. The first question to be considered is, whether the fossils occur now in primary position. Though the collection includes only the better preserved specimens found after some searching in the locality, it is evident from the great number of determinable species that the somewhat fragmentary nature of the shells is not in itself sufficient reason for assuming a secondary position. The only fact which is open to some suspicion in this respect is the nature of the deposits. As has been remarked by ANDERSSON, the series suggests, mainly in regard of the current-bedding displayed in many parts, a strikingly fluvio-glacial origin. It is, of course, not impossible that the glacial streams may have carried the shells from some older deposit, over which the ice advanced, but it must be regarded, I think, as highly improbable that such large accumulations of shells could have been formed in this way. The perfect state of preservation of the barnacles and some of the gastropoda seems also to speak against such an adventurous mode of transport.

If the fossils occur, then, as seems for the present more probable, in primary position, the stratified series would have been deposited, at least partly, in the sea. It would be natural to assume, for reasons related above, that the layers were formed outside the ice-border from material

swept into the sea by the glacial streams. But the fauna, as known from HÄGG'S careful examination, can hardly have been living in the immediate vicinity of the ice. The current-bedding and the repeated alternating of layers of sand and gravel most decidedly suggest a deposition by running water. Also, the possibility that the series may have been formed as the delta of a river seems however — according to HÄGG — not to be in agreement with the nature of the fauna. Current-bedding of a deposit formed in shallow water may, in cases, result from the strong tidal currents of this region, but especially in regard to the thickness of the beds, this does not afford a sufficient explanation. I am forced, then, to leave for the present the question of the formation of the series open.

Whichever may have been the mode of formation of the series, it is of great interest that all the fossils have been found to belong to living species, and, with two exceptions occurring to-day in the immediate vicinity of the locality. HÄGG concludes accordingly, from the corresponding conditions in Northern Europe, that the fauna cannot be of præglacial age. As the exact age of the South American glaciation is not settled beyond dispute, it is however possible, though by no means probable, that a similar nature of the fauna may not necessarily involve a corresponding relation to the epoch of glaciation. Attention should be called in this connection to Prof. NORDENSKJÖLD'S important discovery of a fossiliferous clay, underlying boulder clay, at Rio Cullen on the Atlantic coast (see above, p. 94). Though this locality is not far from the probable outer limit of the maximum glaciation, all the 25 species of Diatomaceæ determined by Prof. CLEVE are still living, with exception of two forms which were not known before.

As I nowhere found the basement of the stratified series, it is uncertain whether it rests on a lower bed of boulder-clay or not. The stratigraphic conditions, therefore, give no direct evidence as to the question of the præ- or interglacial age of the series. But from other reasons there is little doubt that this cannot well be prior to the great glaciation, which extended in this region eastwards to the Staten Island. The thick Quaternary deposits of the Gable Island now almost bar the Beagle Channel, and it seems difficult to conceive how the ice could have failed to destroy such a projecting and yet feeble obstacle, when advancing in the direction of the narrow valley. We may then consider the series as being of late glacial or perhaps interglacial age. There is not yet any evidence as to how far the ice receded during the formation of the fossiliferous layers. As mentioned above, the fauna has a decidedly temperate character and HÄGG considers it as excluded that it could have lived close to the iceborder. The occurrence of *Antistreptus* and *Venus* indicates — according to HÄGG — that the climate has been warmer than now. At any rate, it is remarkable that not a single Antarctic species has been met with, and that the fauna decidedly indicates a climate not colder than the present. These facts seem to favour the idea that the fossiliferous deposit

represents an interglacial epoch. But, considering how little is known about the climate during the recession of the ice, it is not advisable to form any definite opinion as to the amount of the oscillation. The subsequent advance of the ice was, however, not great. The stratified deposits were only slightly eroded and covered by a bed of boulder-clay.

That the stratified series remains now *in situ* is evident. As the fossils occur probably in primary position, they consequently give some information as to the height of the sea-level at the time of their deposition. The fossils were found at a height of 8—10 m. above the present high-water mark, and as all species live in shallow water, the minimum of submergence would be somewhat greater than is indicated by this figure. The stratification of the deposits appears, however, quite conformable — apart from the subordinate current-bedding — and it would be natural to assume a uniform mode of formation for the whole series. The thickness of the stratified beds is in places at least 30 m., and that figure would accordingly represent the minimum of submergence. At present this is only a conjecture which may be confirmed by the discovery of fossils also in the higher parts of the series.

DARWIN<sup>1</sup> was the first to prove definitely the existence of a Quaternary submergence in the southern part of South America. His opinions, as relating to Patagonia and Tierra del Fuego, cannot, however, be maintained, because he regarded the boulder-clay formation as a submarine deposit — in accordance with LYELL's Drift-theory. The marine shells recorded by him from places of great height above the sea have, in most cases, certainly been brought there in recent times. This objection applies also to similar observations of AGASSIZ. Indisputable evidence of a Quaternary submergence has been afforded later by O. NORDENSKJÖLD (l. c. p. 56). At *Piramo* on the Atlantic Coast of Tierra del Fuego he collected, 10 m. above sea level, a specimen of clay which was found by CLEVE to contain needles of Spongia and the marine Diatomaceæ *Paralia sulcata* (EHB.) CLEVE and *Actinoptychus undulatus* EHB. This is the only reliable account, from Tierra del Fuego, of marine Quaternary fossils. Marine deposits reach, according to NORDENSKJÖLD, to a height of 20—30 m., but he makes no report of fossils from any other place. Traces of a still greater submergence he believed to exist in the shape of terraces and raised beaches. Of interest is a terrace on O'Brien Island in the western part of the Beagle Channel, cut out in solid rock at a height of 25—40 m. above sea-level. Other terraces are recorded from Porvenir (30 m.) and the Patagonian Channels (30—40 m.) The best developed terrace was found on the south side of Bahia Inútil,

<sup>1</sup> CHARLES DARWIN. On the Distribution of Erratic Boulders and on the Contemporaneous Unstratified Deposits of South America. Trans. Geol. Soc. London. Second series. Vol. 6. 1842. p. 415. See also: Geological Observations on South America. London 1846.

at 50—60 m., and this is considered by NORDENSKJÖLD to be the *minimum of postglacial submergence*. On higher levels no unquestionable traces of marine action were met with, but on the slopes of the Martial Mountains, near Ushuaia, boulders of foreign origin were found to a height of 100 m. These boulders may, however, originate from the moraines. At Disappointment Bay a somewhat doubtful terrace with erratic boulders is recorded 100 m. above sea-level.

J. G. ANDERSSON<sup>1</sup> has called attention to a series of marked beach-terraces on a much lower level at the Beagle Channel. Near Harberton their height is only 3.5 m. They seem to rise towards W., but no exact observations were obtained here. Near Ushuaia NORDENSKJÖLD has recorded a marked terrace on 10 m. From these facts ANDERSSON draws the conclusion that the upheaval of land has probably been unequal as in Scandinavia. He considers this terrace-line as the postglacial marine limit.

Before entering on my own observations in this point I will call attention to a fact which I think it will be good to bear in mind in a discussion of old shoremarks in Tierra del Fuego and the Patagonian Channels. It is clear from a glance at the map that the geographical features in these parts would favour, during the time of glaciation, the formation of ice-dammed lakes. Such lakes may have originated in different ways, as marginal lakes, or dammed up by glaciers coming down from another valley etc. In most cases it is impossible to trace by other facts the existence of such ice-dammed lakes, and their shore-lines will then be easily mistaken for proofs of submergence. Many of the terraces recorded from the Magellan Territory are probably of this origin. This same remark applies also to the terraces to be described here. As it is, however, in many cases, at present impossible to distinguish between the two kinds of terraces, they will be here all grouped together, but only when it is particularly remarked, should they be regarded as being of marine origin.

When visiting the Beagle Channel in March 1909, I observed in several places raised beach-terraces on a low level, apparently of marine origin. On the north side of Gable Island there is a very distinct terrace 6 m. above sea-level. Farther west, at the mouth of Rio Grande near Ushuaia, I measured an accumulative terrace, also at a height of 6 m. Other terraces of about the same height were seen in the vicinity, but there was no opportunity to obtain an exact figure.

It is tempting to connect these shore-marks with those discovered by ANDERSSON near Harberton on 3.5 m. and supposed by him to rise towards the west. The distance from Gable Island to Harberton is, however, only 13 km. from the same place to Rio Grande 48 km. Considering also that these terraces cannot — from what I have found in other parts of Tierra del Fuego — well represent the highest postglacial marine limit, their connection is at least very questionable. At any rate, these low terraces do not afford any unquestionable evidence of an unequal upheaval.

<sup>1</sup> J. G. ANDERSSON, l. c. p. 182.

On a little higher level there are in the same places some terraces which are probably also of marine origin. They are not, however, as distinct as those on the lower level. At Rio Grande I found the height to be 20 m. and on Gable Island QUENSEL obtained the same figure. It is worthy of note, if only as an occasional coincidence, that both the lower and the higher terraces have the same height in both places.

There is a special interest attached to the rare occurrence of raised beach-lines in the Patagonian Channels. In these regions the glaciers come to-day down to the sea, and during the great glaciation the ice-shed most probably was situated in this part. (This question has been more fully discussed by QUENSEL in his paper in the present volume). The absence of raised beaches here would indicate a comparatively recent recession of the ice to its present extension, after the emergence of the land had been already completed. In fact old beach-lines are remarkably rare in all the western channels. As mentioned above, NORDENSKJÖLD has observed on O'Brien Island a terrace, cut out in solid rock at 25—40 m. above sea level. He considers this terrace to be a true shore-line. On the north side of the channel, opposite O'Brien Island, I observed from the steamer a marked shore-line, the height of which QUENSEL and I estimated to 12—15 m. These are the only beach-marks known from the western part of the channel, and none of them appear to be satisfactory as a proof of submergence. The rare occurrence of old shore-marks may be, however, accounted for by the geographical features of this region. The shores are mostly formed by precipitous cliffs, and the channels are of great depth close to the sides. In such parts even the present sea-level would not leave any traces, if the land were raised. In other places the slopes are covered by a luxuriant vegetation, and the thick peaty accumulations of decaying vegetable matters would certainly conceal any raised beach-lines.

The terraces occurring at the Beagle Channel on a higher level than those now mentioned are generally not very distinct. There is, however, one remarkable exception. In the steep slope of the Martial mountains I found above Ushuaia on 100—110 m. the most distinct terrace that I have seen in these parts. It is perfectly level, some 30—40 m. broad in places, and I followed it for more than 1 km. Owing to the absence of sections, it is not quite clear, whether it is of the accumulative or the erosive type. The surface is, however, covered by shingle-accumulations. Somewhat below the terrace I observed in a section layers of stratified gravel and shingle. Notwithstanding the splendid development of the terrace it is not certain that it should be regarded as a raised sea-shore. From whole Tierra del Fuego no sure terraces have been reported of anything like this height. The highest terrace of a trustworthy nature is the one recorded by NORDENSKJÖLD at Bahia Inútil on 50—60 m., but even this terrace has not been proved to have been formed by the sea. As the fine terrace at Ushuaia may quite well be of glacial origin, it affords at present no proof that the postglacial submergence reached this high level.

On the Atlantic coast of Tierra del Fuego traces of land-rising occur in several places. At the Mission-station north of the mouth of Rio Grande two very distinct terraces are seen (fig. 1). The settlement lies on a low shingle-terrace several hundred metres broad, 3 m. above high-water mark. Further inland rises a steep *barranca* which forms the rand of a level plateau, 18 m. above sea-level. This plateau has a great extension and forms the greater part of the low land between the Mission-station and the lower part of Rio Grande. In the barranca the structure of this plateau is well displayed. The uppermost layers consist of shingle and this is underlain by a fine-grained sand. In the sand occur abundantly shells of the common recent mollusca, mostly *Mytilus chilensis* HUPÉ and *Nacella magellanica* GMELIN. The plateau evidently represents a delta of Rio Grande, formed at a time when the sea reached at least 18 m. higher than at present. Its great extension and level surface indicate that the sea stood at this height for some considerable time.

This is the highest level on which I have found fossiliferous marine deposits, but some questionable traces of a greater submergence of the

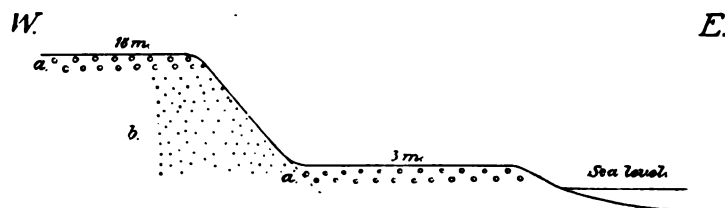


Fig. 1. Coast section at the Mission-station near Rio Grande.  
a shingle, b sand with marine shells.

Atlantic coast were also noted. In the steep slopes of Cabo Domingo I noticed in several places beds of shingle. It is, however, not impossible, that these are only fluvio-glacial deposits of somewhat unusual appearance. Further south, there is on the top Cabo Inez at a height of 42 m., a shingle-bed, which strikingly suggests a raised beach. North of Cabo Inez I observed in several places terraces at a height of about 15 m. above sea-level.

On Dawson Island some not very distinct terraces are to be seen near the Mission-station. The one best developed has a height of 29 m. Another one, not so well marked, occurs at about 50 m. Opposite this locality, on the main island of Tierra del Fuego, I saw from the steamer a very distinct raised shore-line of great extension, but no observations of the height were obtained. On the east side of Brunswick Peninsula terraces have been observed in several places, but they are generally not quite indubitable. On a comparatively low level there occur, however, in several places very distinct terraces. At Rio Amarillo the height of a well developed accumulative terrace was found to be 7–8 m. This terrace is certainly of marine origin. Between Punta Carrera and Port Famine I

noticed some marine shells at a height of 15 m., and probably in primary position imbedded in sand.

### The late development of Otway and Skyring Waters.

(See the map, Pl. 5).

Round the coasts of these large bays old shore-lines occur in many places.<sup>1</sup> Owing partly to the geographical features, the late development has been here somewhat complicated and will require detailed explorations in the field for a better understanding. At present even the orography is not sufficiently well known.

Both Otway and Skyring occupy the bottom of great preglacial depressions, in every respect corresponding to those of the Patagonian lakes further north, only now submerged below the level of the sea. Like these lakes their western parts lie within the reach of the Cordillera, and deep and narrow fiords stretch far inland between high forest-clad ridges. Two of these fiords cut through the whole Cordillera, separating the inland waters from the Straits of Magellan. These are the *Canal Ferónymo*, the entrance of Otway Water, and the *Canal Gajardo* which connects Skyring Water with the western part of the Straits. In both Otway and Skyring there is a marked decrease of depth towards the east, partly due to the filling up of the depressions by glacial and fluvioglacial deposits. The eastern parts of the depressions are connected by another preglacial valley separating the Tertiary plateaus of the Beagle Mountains from Cordillera Riesco. This valley is now, for the most part, land, only the narrow Fitz Roy Channel connects the two great bays. Also the isthmus separating the east end of Otway from the Straits of Magellan consists of loose Quaternary deposits and certainly represents another preglacial depression between the Tertiary hills in N. and S.

During the time of maximum glaciation the land-ice extended over the whole of Otway and Skyring and for some distance further east. In the vicinity of the Fitz Roy Channel the glacial deposits attain a great thickness, and well developed marginal moraines indicate that the ice-border was stationary here for some time. Some 50 km. SW. from here i. e. in the direction towards the probable ice-shed, we discovered on the NW. side of Otway Water a series of stratified deposits covered by a thick bed of boulder-clay. The small river called *Rio Grande*, which comes from the hills of *Cerro Yunque* of the Chilean chart, has cut, some 4 km. from its mouth, a fine section through the glacial deposits on the left hand side. The structure of the barranca will be seen from the schematic section fig. 2.

<sup>1</sup> The occurrence of raised shore lines at Skyring Water, was briefly reported by COPPINGER in 1880, but no figures were given (Visit to Skyring Water etc. Proc. Geogr. Soc. New Ser., II. 1880 p. 552—556).

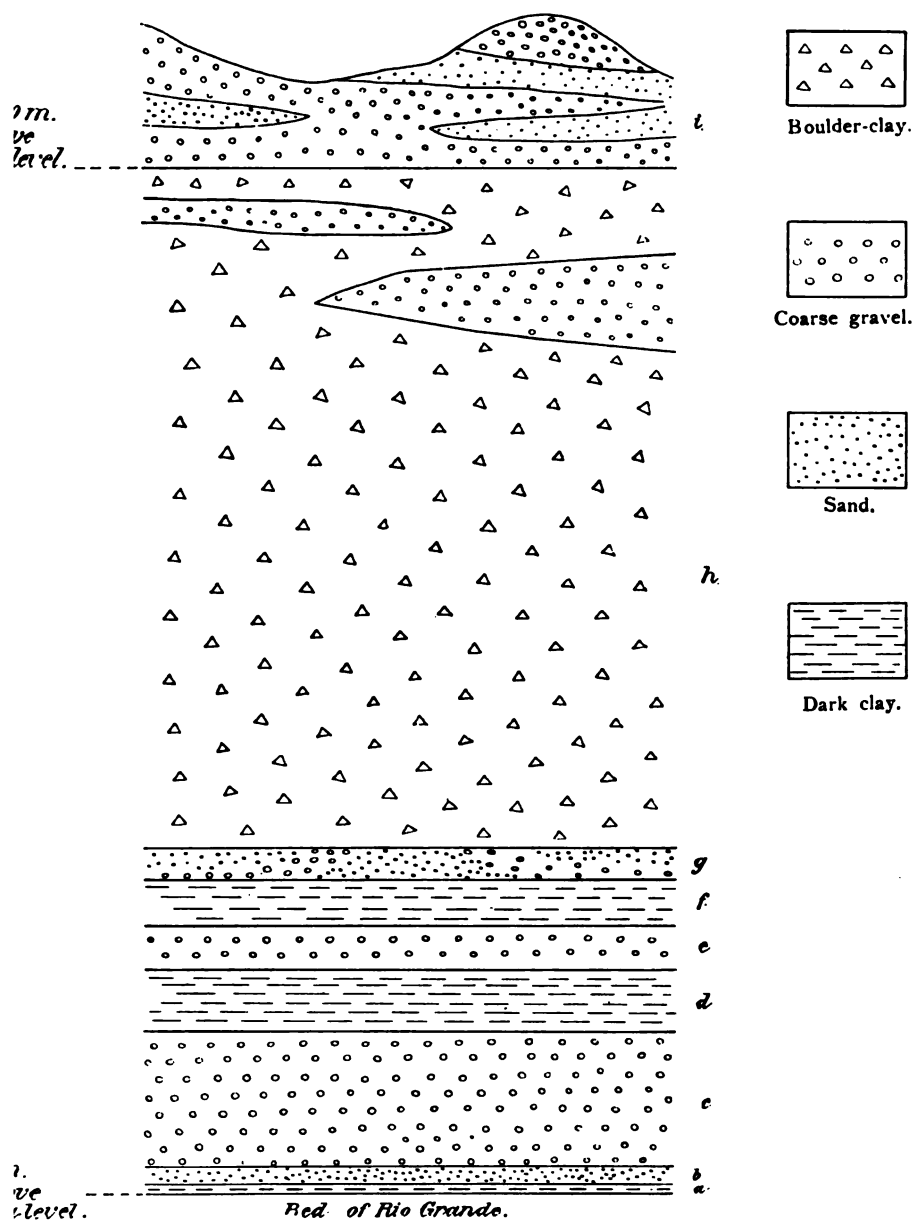


Fig. 2. Ideal section of glacial deposits in the left bank of Rio Grande, Isla Riesco.

The bottom-layer (a), displayed in the very bed of the river, is a tough, dark gray clay with a visible thickness of 0,5 m. It contains numerous plant-remains, mostly twigs, grasses and mosses. The next layer is a fine sand, containing rhizomes and other indeterminable plant-



remains. Then follow alternating beds of barren clay and coarse gravel, to a thickness of 21 m. and above this a typical glacial boulder-clay, 45.5 m. in thickness. The boulder clay contains in the higher parts interstratified layers of gravel and is covered by a bed of sand and gravel of similar appearance. The sedimentary deposits underlying the boulder clay are of a remarkable solidity; at the first glance I mistook them for Tertiary beds. No doubt their consolidation is due greatly to the pressure of the superincumbent boulder-clay.

The fossils of the bottom-clay were not of a kind to be determined without microscopical investigation. I brought home several specimens of the clay, but there has not yet been any possibility to have them examined as to the content of microorganisms. I am therefore not able to decide definitely, whether the clay is a marine or a freshwater-deposit. From the abundance of all sorts of vegetable matters, such as mosses, grasses, twigs and rhizomes, etc. it seems most probable that the clay is of fluvial or lacustrine origin, but at present this can not be regarded as proved. In any case the occurrence of this deposit at 19 m. above the present sea-level is noteworthy. Everything indicates a position of the whole series *in situ*, and a definite decision of its nature will be of some importance for the discussion of the relation of the changes of level to the glaciation.

The age of the deposit is not quite clear. The basement was not displayed, and it is not altogether excluded, that the stratified beds may be of preglacial age. The deposit has a very sheltered position in the valley, which runs straight across the direction of general ice-movement, and it is possible that it could have escaped destruction even when exposed for the whole glaciation. It is worthy of note, that the layers have not been disturbed in the least, notwithstanding the great pressure which has caused the consolidation of the material. Probably the deposit only marks an oscillation of the ice-border. The dark clay (a) and the sand (b) with their abundant contents of vegetable matters have in any case been deposited at some distance from the ice-border.

In this connection it may be noted, that in the barrancas of the *Fitz-Roy Channel*, a little south of *Calta Los Amigos*, beds of boulder-clay rest upon a series of coarse gravel and shingle. This is probably a fluvioglacial deposit, and it is very similar in consistency to the corresponding layers at Rio Grande.

During the early stages of the recession of the land-ice, the hydrographic conditions of Otway and Skyring must have differed greatly from the present state. With the scanty data available at present it would be futile to attempt to sketch out, even in rough outlines, the different stages of development. So much is, however, sure, that after the ice had left the valley, between the *Beagle Mountains* and *Cordillera Riesco*, this valley was the only possible outlet of the depression now occupied by Skyring Water. (At an earlier stage of recession, there was perhaps an outlet

between the Beagle Mountains and the plateau south of *Laguna Blanca*.) At this time the ice certainly covered the central parts of the Cordillera and blocked both the low pass (about 20 m.) from *Estero Excelsior* to *Obstruction Sound* and the *Gajardo Channel*, the present connection with the Straits. — Even now the narrow *Gajardo Channel* is sometimes almost blocked by numerous icebergs from the neighbouring glaciers. — The preglacial valley between the Beagle Mountains and Cordillera Riesco was filled up during the early stages of recession of the ice by glacial deposits of considerable thickness. As these have been later eroded and even cut through till below the present sea-level, the height of the original threshold between Otway and Skyring is not known. It is impossible therefore — even were the level of the sea at that time known — to decide whether Skyring formed then a bay or a lake, emptying by a river through this valley. But, as the rising of the land proceeded, Skyring was (if not from the beginning) cut off from the sea, and its outlet commenced to erode the valley of the Fitz Roy Channel. At this time — speaking still about the early stages of recession of the ice — the present entrance of Otway Water, the Canal Jerónimo, would also have been blocked by the ice, but on the other hand there was probably a connection with the Straits over the low land west of Cabeza del mar. Even here the topography is not sufficiently well known to enable us to determine the height of the threshold, but it certainly does not exceed 30 m. and probably not 20 m. In any case Otway would still have been connected with the sea at the time when Skyring was cut off by the upheaval of the land — all this provided, that the raised shore lines of Patagonia and Tierra del Fuego date from early postglacial time and that the land was from that time in rising.

From this follows, that the raised shore-lines round Skyring Water do not, as a rule, mark the level of the sea. Most of these shore-lines probably represent different stages of the eroding of the Fitz Roy Channel, which was, however, itself dependent of the gradual lowering of the base-level by the upheaval of the land.

The highest shore-line, which I observed at the Fitz Roy Channel, lies on 50 m. above sea-level. It is situated somewhat S. of Caleta los Amigos, immediately at the bank of the channel. At the south end of the channel, near estancia Kurtze, there is another terrace on 30 m. South of Caleta los Amigos, near the shore-line on 50 m., occur on both sides of the channel several terraces of different heights. On the west side I obtained the following figures: 40 m., 30 m., 27 m. (two terraces), 24 m.

Of these terraces, the one on 24 m. is best developed. Also on the other side of the channel the most distinct terrace occurs on 24 m. I followed it for several hundred metres and found it to be everywhere equally well developed. In places it is 40–50 m. broad. These two terraces on both sides of the channel evidently mark a comparatively constant level.



Round the eastern shores of Skyring Water there are numerous marks of the old water-level. The low land bordering the sea between Caleta los Amigos and Rio la Descarga consists of sedimentary layers, sand and gravel, no doubt deposited in the ice-dammed lake of Skyring. These deposits form two very distinct and perfectly level plateaus, the lower on 13—14 m., the higher on 22,5 m. above sea-level. The accumulative terrace on 22,5 may well correspond to the erosive terrace on 24 m. at the Fitz-Roy Channel. The difference in height is not too great to be accounted for by the difference of origin and error of observation. It is also possible that the upheaval has been unequal — increasing towards the ice-divide. The distance between the two localities does not, however, exceed 2—3 kilometres. In the present coastal cliff there are fine sections showing the structure of the lower terrace (on 13—14 m.). For the most part the terrace is built up of sand and gravel. Some few hundred meters north of Caleta los Amigos we discovered at the base of the cliff a fine banded clay of the type well known in the glaciated parts of Northern Europe. Each stratum shows a gradual transition from yellowish brown to grey colour and then a distinct limit to the following higher stratum. At the limit of two strata there is generally a thin layer of sand which makes the specimens fall to pieces when drying. Later on Mr. QUENSEL obtained a section of the clay and counted 58 strata on a thickness of the clay of 2,7 m. without reaching the bottom. This banded clay forms the lower part of the sedimentary series building up the lower terrace. On the surface of this terrace, resting on beds of fine sand, big boulders of south-westerly origin occur. Locally, these boulders were so numerous as to form ridges projecting considerably over the surface of the terrace. The size and the great number of the blocks make it most probable that they have been brought here by icebergs from the land-ice, then ending somewhere further west in the lake of Skyring. The abundant occurrence of boulders in the layers of sand and gravel and in accumulations on the surface of the lower terrace, seems to indicate, that glacial conditions prevailed in Skyring Water during a considerable time, at least until the level of the lake had been lowered to little more than 14 m. above sea level.

Round the shores of Skyring I observed marks of a higher level of the water in several places. Here follows a list of some more distinct shore-lines at Skyring Water and at the Fitz Roy Channel, inclusive those described above.<sup>1</sup>

<i>Fitz Roy Channel</i> , Estancia Kurtze	30 m.,	erosive terrace;	aneroid obs.
»	6 m.,	accumulative terrace;	levelled.
S. of <i>Caleta los Amigos</i> , east side	50 m.,	erosive	» aner. obs.
	24 m.,	»	» » »
» . . . . . west »	40 m.,	»	» » »

<sup>1</sup> The best developed shore-lines marked by fat figures.

	30 m.,	erosive terrace; aner. obs.
	27 m.,	» » » »
	24 m.,	» » » »
	5 m.,	accumulative terrace; approx.
<i>Skyring Water</i> , eastern shore, near		
Rio Verde . . . . .	22,5 m.,	accumulative terrace; aneroid obs.
	13-14 m.,	» » » »
<i>Mina Magdalena</i> ; east of mines . . .	6 m.,	erosive » levelled.
<i>Mina Marta</i> , east of mines . . .	15 m.,(?)	» » »
	10 m.,	» » »
west of mines . . . . .	9 m.,	levelled
	8 m.,	»
<i>Puerto Altamirano</i> , east side . . .	4,5 m.,	accumulative terrace; levelled.
west side . . . . .	11 m.,	» » approx.
	8 m.,	» » »
	6 m.,	» » »
	3 m.,	» » »

West of Puerto Altamirano I did not observe any shore-lines. This may be due to the different nature of the western parts of Skyring Water, which is not favourable for the preservation or the observation of raised beaches. (In dealing with the land-rising of the Beagle Channel district I have called attention to this matter.) But I am not quite convinced that these facts are sufficient for explaining the remarkably rare occurrence of raised beaches, not only in the western parts of Skyring, but within the Cordillera in general. It is also worthy of note that at Puerto Altamirano and the coal-mines — at present the most westerly localities for raised shore-lines — all terraces hitherto recorded occur on a comparatively low level. Though my own observations on these matters are very scanty and no other data available at present, I cannot help suggesting the possibility that the upheaval of the land may have been comparatively rapid as compared with the recession of the ice. The abundant occurrence of erratic boulders on the surface of the accumulative terrace only 13—14 m. above sea-level at the east end of Skyring is noteworthy in this connection. These questions will form an interesting subject for detailed future exploration.

Before leaving the question of the changes of level in these parts, I will draw attention to some rather obscure facts concerning the formation of the Fitz Roy Channel. Already at the first glance at the map this channel presents itself as a drowned river-valley. As already mentioned above, the præglaial depression, which connects the basins of Otway and Skyring, has been to a considerable depth filled up by glacial and fluvio-glacial deposits. The Fitz Roy Channel is without doubt an erosive valley cut down in these deposits. It is very narrow, less than 500 m. in the narrower part, and on both sides the eroded banks rise to at least 50 m. The fig. 5 is a section of the bank south of Caleta los Amigos.

It is evident that the valley in its present condition must be of post-glacial origin, but it is difficult to account for its great depth and present submergence below the level of the sea. As will be seen from the map fig. 3, a copy from the Chilean Admiralty chart and from the diagrammatical section in fig. 4, drawn on the base of the same chart, the depth of the channel is very varying. If each figure given on the chart represents really the deepest part of the section at that point, the ridges between the depressions would be due to a later accumulation of sediments. In any case a line connecting the deepest points will represent approximately the old bottom of the river. As appears from the fig. 4, this line dips gradually towards Otway Water. The greatest depth of the channel is 30 m. near the south entrance.

I fail to see how this river-valley could have been converted into a sound if the postglacial emergence of land was not followed by a second submergence. All facts seem to demand that the upheaval of the land continued till the present sea-level was not only reached, but considerably exceeded. At the time of maximum upheaval the land has been elevated

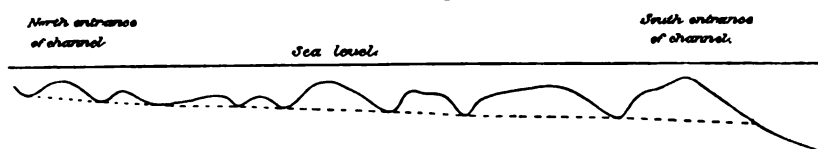


Fig. 4. Diagram showing the depth of the Fitz Roy Channel. — Horizontal scale 1:250000; Vertical scale 1:4000.

sufficiently to allow the valley to be eroded to a depth of 30 m. below the present sea-level. Whether at that time the Canal Gajardo, the present entrance of Skyring Water, was still blocked by the ice or not, is not evident. The channel reaches, in its shallowest part, only a few metres in depth and would under the above supposition have been interrupted by land.

From this part of South America I know of no other data which indicate that the land has been, at any time after the recession of the ice, higher than at present. Under such circumstances it would be rash to attach too much importance to a single fact, but matters seem to be very clear in this case.

There are at the Fitz Roy Channel some other deposits which render the late development of the channel still more complicated. As mentioned above (p. 107, list of shore-lines) there occur, at least in two places at the channel accumulative terraces on a comparatively low level. South of Caleta los Amigos I found the surface of one terrace to be 5 m. above the high water mark. It leans against the steep cliff cut in the fluvio-glacial deposits (fig. 5). It consists of shingle of a recent aspect, containing numerous shells of common marine mollusca such as *Mytilus*,

*Nacella* etc. Near Estancia Kurtze there is another similar terrace, also containing marine mollusca, at 6 m. Now these deposits must be of a later date than the formation of the valley, which requires a higher position of the land than at present. After the maximum of upheaval, the land would then have been submerged to a height of at least 6 m. above sea-level, before reaching definitely its present position. As a circumstance of minor importance, it may be noted that these fossiliferous shingle-accumulations have a strikingly recent aspect as compared with other shore-lines on only a little higher level. This difference corresponds well to the supposed *hiatus*.

The complicated changes of level which would result from the foregoing explanation are of a somewhat startling nature and, as already remarked, they need to be confirmed by further observations. It is, however, of some importance that these matters should be discussed already

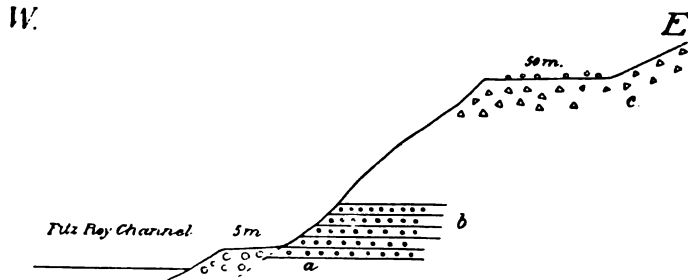


Fig. 5. Section of the east bank of Fitz Roy Channel, S. of Caleta los Amigos.

now in order to attract the attention of future explorers. I have supposed here, that the postglacial submergence reached its maximum at an early epoch, i. e. that the land was submerged till above the present sea-level during the early stages of ice-recession. This may seem probable from what we know of the relation of submergence and glaciation in other parts of the world but it is by no means proved as regards Patagonia and Tierra del Fuego. The only fact which seems to afford any evidence in this direction is the occurrence of marine fossils underneath the moraine on Gable Island. But on the other hand there is nothing that indicates that the land had, during the recession of the ice, a higher position than now. Should this, however, have been the case, the eroding of the Fitz Roy Channel could have been accomplished before the submergence, and it would not be necessary to assume the second submergence, represented by the fossiliferous marine deposits on 5—6 m. at the same channel. This seems, however, highly improbable.

## Quaternary deposits of Chiloé and adjacent regions.

(See map, Pl. 6.)

The great longitudinal valley of central Chile dips gradually to the south, and at Puerto Montt on lat.  $41^{\circ} 30'$  S. it reaches the level of the sea. From here southwards it continues as a submarine depression, forming the inland sea between the island Chiloé and the continent. In its supramarine parts the valley is filled up to a considerable depth by loose sedimentary deposits. South of Puerto Montt, deposits of a similar kind occur round the coasts of the inland sea, and as isolated remains forming the archipelago east of Chiloé.

In the following, reference will be made only to the region south of Lago Llanquihue, which I know from my own observations during a short visit. Further north the general features of the valley are most probably of a similar nature, but trustworthy observations are still very scarce.

The *Cordillera de la costa*, which forms the western border of the longitudinal valley, consists also in this part mostly of metamorphic schists. Leaning against this range narrow stripes of frequently interrupted Tertiary sediments occur. In these beds both marine shells and plant-remains have been found, leaving no doubt as to their geological age. — The Tertiary formation will be dealt with in a following paper.

The loose deposits of the central valley are generally barren of fossils which renders it very difficult to settle their age. The thickness of this series is very varying but it seems not to exceed 200 m. above the present sea level. The bedding is always horizontal, a fact worthy of note in these regions of late disturbances. In lithological character there is a great variation displayed within short range, both vertically and horizontally. Clay, sand and conglomerates, often containing huge boulders, occur in alternating layers, often exhibiting a beautiful current-bedding. The consistency of the material, varying as it is, may be said to be in general intermediate between that of the Tertiary sediments in the west, and the recent deposits of a similar kind. Notwithstanding the great local variation in lithological character, the formation remains on the whole very uniform within the region here dealt with, and has probably been formed under the same conditions.

The first reference made to this formation dates a long time back, and in fact very little has been added to our knowledge in recent times. To DARWIN<sup>1</sup> we owe the first account of this formation as well as of so many other important points in the geology of southern South America. He gives an instructive description of these deposits and notes the occurrence of boulders lying on the surface of the land, but also included in

<sup>1</sup> On the distribution of erratic boulders etc. l. c. p. 423. See also: Geological observations on South America, p. 27.



the gravel beds. He compares the formation with the boulder-clay of the Magellan-Territory and considers it like this to be of marine origin. By several authors of a later time, such as FONCK, DOMEYKO, VIDAL GORMAZ, JULIET etc.<sup>1</sup> numerous observations have been made on the terraces and plateaus characteristic of this formation, but very few facts are communicated bearing on its age and origin. The most important data in this respect we owe to F. FONCK,<sup>2</sup> who was for some time a physician of the German colony in the province of Llanquihue. He gives a very accurate description of the lithological characters of the formation, and also mentions the occurrence of poor seams of lignite containing half-carbonized wood. He confuses, however, these softer deposits with the Tertiary formation in the west, and thereby some of his statements become less reliable. The coal-seam of *Isla Lemuy* occurs, for instance, in the older Tertiary beds. On the other hand, there is no doubt, that some fossil plants recorded from the vicinity of Puerto Montt really belong to the younger series. It is of great interest to note that he regards them as identical with or very similar to living forms. He believes he has recognized a fern, a beach and a cypress, but no attempt is made at a specific determination. FONCK also mentions the occurrence of boulders and attributes their wide distribution to the action of glacier-ice. As they were found also embedded in the underlying deposits the whole formation was referred to the »Drift-period» or the youngest Pliocene. Though neither DARWIN nor FONCK distinguished the real boulder-clay and the stratified boulder-bearing beds — both being regarded as marine deposits — and the existence of an Ice-age was not proved at that time, they have given in essential points the best explanation of facts. The results obtained by them seem, however, not to have attracted the attention which they have deserved. In later publications the age of this formation is left undecided or considered with hesitation as Tertiary.<sup>3</sup> My own observations in these parts are very scanty and will serve mainly to confirm those of DARWIN and FONCK, which I did not know at the time of my visit. It is also of importance that the opinions of these authors should be revived and brought into accordance with present investigations.

I have noticed in several places the occurrence of plant-remains in this formation, but they are generally not in a good enough state of preservation to be determined specifically. On Isla Peluque there is, on the

<sup>1</sup> Numerous papers published mostly in the *Anales de la Universidad de Chile*. For reference see SUSS: *Antlitz der Erde*, Vol. 2. p. 675—676 (Bibliography).

<sup>2</sup> F. FONCK: Sobre la Jeolojia de las inmediaciones de la colonia alemana de Puerto Montt. — Extracto de una carta del Dr. D. Francisco Fonck a D. Ignacio Domeyko. *Anales de la Universidad de Chile*. 1859. p. 318.

— Naturwissenschaftliche Notizen über das Südliche Chile. *Petermanns Mittheilungen*. 1866. p. 462.

<sup>3</sup> Conf. H. STEFFEN. Beiträge zur Topographie und Geologie der andinen Region von Llanquihue. *Richtthofen-Festschrift*. Berlin 1893. p. 319.

east side, a thin bed of lignite, covered by clay, sand and shingle. In this bed are found pieces of wood, not yet carbonized, but in about the same state of preservation as the trunks in our Swedish peat-bogs. I have not yet been able to obtain a determination of the wood, nor of the micro-organisms which may occur in these layers.

Near *Quemchi*, on the east coast of Chiloé, the coastal cliff is formed in one place by a somewhat indurated clay a few metres in thickness. In the clay I found some indistinct impressions of dicotyledone leaves. In one of the fragments I thought I recognized a *Nothofagus*, but this determination is not to be relied on. The clay was covered (perhaps not immediately, as the contact was not displayed) by a coarse conglomerate containing big boulders, only little rounded.

Some better preserved plant-impressions were obtained at *Queilen*, further south on the east coast of the island. On the west side of the peninsula I found, just north of the little town, in a section not reaching 10 m. in height, the following layers, from above:

1. *Sand and gravel*, of soft consistency, current-bedded,
2. *clay*, somewhat indurated,
3. *conglomerate*, fairly well consolidated, with rounded pebbles.

In my note-book I find the remark that the loose consistency of the material suggests a Quaternary age of the deposits. In the clay, which is nearly white in colour, occur numerous plant-impressions, without any trace left of the vegetable tissue. Of dicotyledone leaves at least three different species are represented. Besides, I found a fern, some mosses and also an impression of a feather. Of these remains I have as yet only been able to determine two species: *Berberis microphylla* FORST. and *Blechnum pinna marina* (POIR.) P. DUS. These are the most common of the fossils, and the preservation is sufficiently good to render the determination tolerably certain. Both species exist to-day in this region, but are by no means characteristic of the present type of vegetation, which is a luxuriant forest of evergreen trees. They have a wide range of distribution and play a more prominent part in the vegetation of southern Patagonia and Tierra del Fuego, where *Berberis microphylla* is one of the few bushes that reach the *regio alpina*.

The fact that the only fossils hitherto recorded from the whole series belong to living species, renders a Quaternary age of the formation very probable. My collections will, when worked out, possibly give some more information in this respect, and it is also to be hoped that new and more extensive material will be procured, as vegetable remains are evidently not of very rare occurrence. At present the evidence of the fossils is at least more in favour of a Quaternary than of a Tertiary age.

The lithological character of the series has been described in some detail by DARWIN and FONCK (l. c.). The great boulders, mentioned

already by DARWIN, I had occasion to observe in many localities. They occur mostly lying on the surface of the land, but also, as mentioned above, embedded in the sedimentary deposits. They seem to be more numerous in the northern parts and especially in the vicinity of the east entrance of the Canal Chacao, and on the coast E. and S. from here. As noticed already by DARWIN, the boulders consist of andine eruptive rocks, and evidently have been brought to their present localities from the opposite coast of the mainland.

There is hardly any doubt, from what we know to day of the glaciation in Patagonia, that the boulder-bearing stratified series in the provinces of Chiloé and Llanquihue has been formed during the Ice-age as an extra-marginal facies to the maximum glaciation. Unfortunately, there are as yet not many observations concerning the maximum extension of glaciation in these parts. DARWIN has described, from two places in the southern part of Chiloé, (no localities mentioned), and from one locality on the inner side of one of the Guaitecas Islands, some deposits which he compares with the *till* of the Magellan Territory, and which appear really from his descriptions to be true moraines. The origin of the *fjords* of the coast opposite Chiloé has been connected by several authors with the action of land-ice. In a recently published paper, Dr. P. KRÜGER<sup>2</sup> mentions that glaciated rocks have been found on the east coast of one of the Guaitecas Islands. Further south, in the Patagonian Channels, there are numerous proofs that the glaciation reached the present coast.

During a short visit to the coast opposite Chiloé, Mr QUENSEL found at Punta Chumilden, S. of Estero Reñihue on lat. 42° 30' S. distinctly glaciated rocks a little above sea-level. Still further north, on the southern shore of Lago Llanquihue, he observed splendid moraines resting on a striated floor, in several places between Puerto Varras and the east end of the lake. These traces of glaciation occur at a considerable distance from the Cordillera and at less than 50 m. above sea-level.

Considering the fact that the coast of the continent opposite Chiloé was once glaciated, we may be justified in concluding that the stratified formation was deposited in front of the ice-border and that the boulders were transported to the archipelago and to Chiloé by floating ice-bergs. The distribution of the boulders coincides with the region in which the ice reached the bottom of the longitudinal valley. Chiloé has certainly for the greater part not been covered by ice. No moraines have been found, with exception of the *till* described by DARWIN from the southern part of the island, and the thick red-coloured sheet of waste, which covers the weathered rock is in itself conclusive in this respect. The interior limit of the boulder-bearing stratified deposits would be roughly determined by the position of the stationary ice-border, as at least the

<sup>1</sup> On the distribution of erratic boulders etc. l. c. p. 425—426.

<sup>2</sup> P. KRÜGER. Die Patagonischen Anden zwischen dem 42 und 44. Grade südlicher Breite. Petermanns Mitteilungen. Ergänzungsheft Nr. 164. 1909, p. 24.

greater part of the series appears to have been formed before the ice receded much from its most advanced position. This accounts for the somewhat abrupt disappearance of the formation towards east and south. The same has not been recorded, except in the northernmost part, from the foot of the Cordillera, nor from the Canal Moraleda and the other channels further south. — It is in good agreement with the view adopted here that the only fossils hitherto found in the series belong to living species of a hardy character.

The question how the series was deposited to a height of at least 180 m. above the present sea-level is not easily answered. The big boulders of andine rocks, often found embedded in finer sediment, must have been brought to their present position in the Archipelago and on the coast of Chiloé by floating icebergs. This fact, and the wide and uniform distribution of the formation, show that this cannot represent merely a series of river-deposits. DARWIN considered this formation, as well as the boulder-clay of the Magellan Territory, as deposited in the sea. Traces of a corresponding great submergence of the land he believed he had found in raised beaches and in the occurrence of marine shells on high levels. However, as has been pointed out by FONCK and others, the shells have certainly been carried up from the shore by the natives. Though FONCK considers other facts related by DARWIN as sufficient proofs of submergence, he expresses some doubt as to the marine origin of this formation. Through the explorations of DOMEYKO, PISSIS, and others the difference between coast- and inland-terraces in Chile was well established. SUESS<sup>1</sup> draws attention to these facts and to the striking absence of marine fossils in the sedimentary deposits of the longitudinal valley. As he remarks, this applies also to the southern submerged part of the valley. I have also nowhere found any traces of marine fossils. On the other hand, plant-impressions, lignite seams and other vegetable remains occur abundantly. As far as the fossils are concerned the formation has, accordingly, more the nature of a freshwater deposit. It should also be mentioned that there are, on the outer coast, no definite proofs in the shape of true marine terraces or shell-accumulations of a submergence of the land in Quaternary time, sufficient to account for the great height, to which the boulder-bearing series has been accumulated.

It would then be necessary to assume that the boulder-bearing formation was deposited in a great lake. But this other alternative does not agree very well with the geographic features. The *Cordillera de la Costa*, which would have formed, together with the adjacent high land of the Tertiary formation, the western shore of this hypothetical lake, is interrupted in several places by transverse valleys. One of these is the Canal Chacao, and north of that valley the land is comparatively low as far as to Rio Maullin. The height of the threshold is, however, not known.

<sup>1</sup> *Antlitz der Erde*. Vol. 2. p. 665—669.

The depression occupied by the lakes Huillinco and Cucao forms another interruption. Chiloé is separated from the Islas Guaitecas by the deep and broad entrance of the Golfo de Corcovado, and farther south the coast range is split up into an archipelago of small islands separating the Canal Moraleda from the sea. Especially the existence of the present entrance of the Golfo de Corcovado at the time of the formation of the boulder-bearing beds seems to be irreconcilable with the idea that these beds were formed in a lake. — On the other hand, if the land was submerged sufficiently to explain how the sediments were deposited to a height of at least 180 m., this transverse depression presents some difficulty, as certainly salt water would have entered sufficiently to permit the existence of a marine fauna in the inland sea. — And there is no doubt that this deep and broad depression was prior to the deposition of the boulder-bearing series. As to the origin of the narrow Canal Chacao and its relation to the boulder-bearing series, there are not yet sufficient data to permit of any opinion. Concerning the Golfo de Corcovado, it is tempting to suggest the possibility that it may have been during the deposition of the boulder-bearing series blocked by the ice. We know that the ice reached at least the present coast as far north as at Estero Reñihue. Further south it had a greater extension, and, as appears from the observations quoted above, it certainly reached the Guaitecas Islands. If DARWIN'S comparison of the above-mentioned deposits on southern Chiloé with the true till is correct, this would afford a definite proof that the ice reached actually so far to the west as to block the entrance.

As to the formation of the terraces which occur now on the coast of the inland sea on different levels, I have not obtained any new data of importance. This question, as well as that of the outlet of the ice-dammed lake or inland sea, whichever it may have been, must be postponed till more facts be obtained. So much is, however, evident that there has been at some time during the prevalence of glacial conditions an outlet through the Canal Chacao. Here erratic boulders in large numbers occur as far west as on the Peninsula Lacuy, i. e. on the Pacific coast.

The above discussion of the mode of deposition of the boulder-bearing formation is based on very few data and has been entered upon merely in order to call attention to these questions. So much seems, however, to be evident that the greater part of the series is not of Tertiary, but of Quaternary age and was formed outside the ice-border during the maximum of glaciation. It is possible, that the deposition of the sediments commenced at a somewhat earlier date, and it should be remembered that reference has been made here only to the southernmost part of the longitudinal valley. Further north, the accumulation of sediments may have been going on during a greater space of time, as in the case of the Pampas-formation on the east side of the Andes.

Finally, I will add a few observations on terraces on both sides of Chiloé. Near Castro several well developed terraces, noted already by

DARWIN, occur. The little town stands on a fine terrace, 25 m. above sea-level according to QUENSEL. The new road between Castro and Ancud passes farther north over some very distinct plateaus, covered by shingle. The highest one is about 180 m. according to barometrical observation. On the Pacific coast of Chiloé I have measured shore-lines only at Bahia Cocotué, where two well-developed accumulative terraces occur at approximately 15 m. and 34 m. above sea-level.

### Addendum.

After the foregoing was printed, Mr. HÄGG has examined the shells from the locality between Port Famine and Punta Carrera and found the following species represented: *Trophon geversianus* PALLAS, *Mytilus chilensis* HUPÉ var. *hyceanus* MAB. et ROCHEBR., *Venus antiqua* KING, *V. Gayi* HUPÉ.

Concerning these species Mr. HÄGG makes the following statement.

«As a general remark on the fauna it may be said, that it is decidedly a shallow-water fauna of species occurring, with one exception, still in the vicinity of the locality. None of the species has its main distribution in colder seas. *Venus antiqua*, on the other hand, occurs only in warmer regions. Its proper range of distribution embraces Peru and Northern and Central Chile. Besides it has been found at Chiloé and the Gulf of Peñas in West Patagonia and at Port Madryn in the northern part of East Patagonia. The occurrence of the species at the latter locality, which is perfectly isolated, can only be explained if assuming that a warmer climate has prevailed in postglacial time in the intervening region (Southern East Patagonia, Magellan Straits and Southern West Patagonia). The occurrence of the species in fossil state at the Straits of Magellan affords a definite support of this view. This is the first indication of the occurrence in postglacial time of a warmer climate than the present in southern South America, the evidence in this direction being of both zoo-geographical and geological nature.»

---

## **8. On the contact features of the Nordingrå massive.**

By

**José M. Sobral.**

(With a map, Pl. 7.)

### **Introductory.**

LUNDBOHMS investigations [1] in the post-Archean igneous area of the coast of Ångermanland (the Nordingrå massive) have given as result a good geological survey map whereby further studies are much facilitated.

His geological survey is based on the map of the Topographic Corps, made in the twenties of the past century, which was not distinguished for its accuracy. For to understand the geology of the massive it is, naturally, of much importance to study its limits at the surrounding older formations. Hitherto that has not been done; thus, when, recently, the General Staff published maps on the scale of 1 : 50 000, having conferred with Professor HÖGBOM, to whom I am very thankful for much good advice, I decided to go to Ångermanland to study these limits between the young eruptives and the Archean formation. Besides this, I have studied the contacts with the younger diabase. In this preliminary note, I will describe only the contact between these eruptives and the Archean rocks, from Grönsvik, in the south, to the Firth of Nätra, in the North and, give an account of the contact features between the diabase and the granite on the Ulf-islands, and, further, I will treat succinctly some questions of the genesis of the massive. These questions will be treated in detailed form in a future contribution where also the petrography of the Nordingrå rocks will be described.

### **Contacts between the Nordingrå massive and the Archean.**

The formation which, south of the Ramsta bay, borders upon the post-Archean eruptive on the western side, is a hornblende granite of Archean age.

On the eastern shore of the Firth of Grönsvik, in the immediate neighbourhood of the contact with the diabase, the hornblende granite is crossed by irregular dykes of a very fine-grained diabase, and, besides, by veins of a red granite. The Archean granite, in its turn, contains xenolites of a black rock, which probably derive from the leptite of the neighbourhood.

The red granitic veins are, in some places, very numerous and have a secondary origin as have those which are to be seen at the contact between the diabase and the granite at the Ulf-islands and in many other localities of this district.

This red granite, which is younger than the diabase, has been observed very often, as LUNDBOHRM has already noticed in his work, above cited.

South of the village of Grönsvik, a stratum of sandstone of the thickness of about two meters appears under the diabase, and in many places this sandstone is covered by a talus of fragments of diabase.

To the north of the village the sandstone disappears, and the diabase shows itself again in contact with the Archean granite. The diabase is fine-grained at the contact and sometimes crossed by veins of the above mentioned red granite.

On the southern shore of the Ramsta bay I have not seen a definite limit between the hornblende granite (Archean) and the rock that LUNDBOHRM, on his map, classifies as »gabbrogranite».

This rock is crossed by innumerable veins and dykes of red granite, which are only occasionally sharply limited from the invaded rock.

From Ramsta bay to Norasundet the boundary between the Archean formation and the young eruptive passes through a cultivated valley, which is rather narrow north of Allsta and which opens out widely at Östanö and Ramsta. It seems that in this region have taken place dislocations, which run along the boundary of both formations.

From Ramsta towards the north as far as Nätra, the Archean formation that borders upon the eruptives in question, consists of leptites.

Between Ramsta and Allsta is to be found gabbro similar to that of Nordingrå, »gabbrogranite», and in the neighbourhood of the latter village I have seen three varieties of granitic rock. One of these varieties, of grey color, has a special interest, as a very similar kind has been observed in other parts of the contact region.

From Norasundet to the Firth of Ullånger extends the gabbro massive of Nordingrå. The rock of this region varies from a fine-grained gabbro to labradorite-rock. In the places which I have studied I have found all sorts of transitions.

Ulandsberget, the mountain situated north-west of the village of Eden, is about 150 meters in height. On its southern side (west of Eden) it is covered by great patches of Archean rock, and its north-western slope is covered by a cap of the same rock.

An analogous phenomenon is to be noticed on the mountain situated north of Gavik, Grönberget.



On the western side of this mountain there is a little hill of gabbro isolated by the Archean formation from the above-mentioned mountain.

From Grönberget to Öfver Veda it is impossible to study the contact, which runs in a row of narrow valleys with abrupt and craggy sides, whose bottoms are in general occupied by fens, peat-bogs and small lakes; sometimes the valleys are rather broad and covered with cultivated land and picturesque villages, as in the neighbouring region of Dalberget and that of Salsåker further to the north.

On Dalberget radial dislocations seem to have taken place.

West of the Veda lake and of Fröstvik there is a region where the younger rocks are covered by great patches of leptite, which appears to be what is left of the cap of old rock that formerly covered the gabbro and the granitic rocks.

South of Salsåker is to be noticed a grey granite similar to that of Allsta, and west of the landing-stage of that village, the same rock is found in contact with leptite, which has been intensely metamorphosed.

On the northern shore of the Firth of Ullånger, to the east of the little village of Knäppa, there is a mountain which demands attention. It is divided into two parts by a gorge, not very deep, and through this passes, in a north-northeasterly direction, the contact between the old formation and the post-Archean eruptive, which in this case consists of granite.

The part situated north-west of the gorge is of leptite, that to the south-east is of granite. But the top of the latter part is covered by a cap of leptite. This cover can not be considered as a fragment of the Archean rock broken by the eruptive. It is the remainder of a cover of wider extension, that has been isolated by denudation.

The contact between the granite and the Archean formation runs in a regular line, and the first-mentioned rock seems to have dissolved foreign materials.

South of Sättra, beside the road, there are two hills about 80 meters in height that consist of granite. Between these hills and the limit of the Archean the distance is less than two kilometers; in this stretch are to be found many different rocks, mixed, as it appears, without regularity, for instance gabbro, fine-grained like that of Nordingrå, as well as an intermediate form between this rock and the labradorite-rock.

The granite crosses this rock in all direction, sometimes in rather narrow dykes, but in dykes of various breadths, and sometimes even in small stocks.

The intermediate form between gabbro and granite exists too, and moreover a grey granite, which seems to be intimately related to the granite of the massive. This grey granite I have observed at Skofed and on the mountain west of Magdbäcken, south of Beron »fåbodars» (mountain dairies).

In general, it is porphyritic, and at the latter place it is full of fragments which seem to originate from the leptite of the neighbouring country.

LUNDBOHR has observed a grey granite south and north-west of the rectory of Vibyggerå, on the slopes of Skuleberget, on Värnsberget, north of Värns, on the cape of Farnö, and in many other places south of the Norra and Södra firths.

The same geologist has noticed, on Trollarviksberget, east of Breviken, red medium- and fine-grained granite of the same type as that of Ulf-islands and a third variety which crosses them in dykes.

In these rocks there are fragments of leptite, of a length that varies between a few centimeters and some meters. These fragments are now and then surrounded by a wide zone of grey granite, which sometimes shows definite boundaries against the red granite, but sometimes there are intermediate forms between them.

As is shown, this grey granite always appears in connection with the granite of the massive and, in general, it follows the region of the limit of the Archean from Magdbäcken to Allsta.

Perhaps it is a modification of the granite caused by the assimilation of foreign rocks. The observations made by LUNDBOHR on Trollarviksberget give support to this opinion.

In some parts of the contact region — for instance north-east of the little lake of Sätra, as well as in the neighbourhood of Högsvedjeberget and of Magdbäcken — I have seen a kind of eruptive breccias where the fragments were of Archean rock.

North of the farm situated to the north of Magdbäcken there is a hill whose base consists of post-Archean rock, but whose top part is a cap of Archean rock.

This part has been strongly metamorphosed by the young eruptive and in some parts a complete melting has taken place.

In the vicinity of Högsvedjeberget it is possible to study the rocks of intermediate composition between the gabbro and the granite, which are mixed rocks due to assimilation, as Professor HÖGBOM has remarked [2]. The mixture has not taken place in situ everywhere; sometimes it has gone on under the surface of the earth.

An interesting locality of this region is the hill of Nylands »fäbodar», where there are to be found gabbro and intermediate rocks separated from the granitic hill by a peat-bog.

Between Nylands fäbodar and the lake of Skule it is very difficult to investigate the contact, because the ground is covered by brushwood and fens, but it seems that it follows a direction coinciding with that given on LUNDBOHR's map. According to this map, the region enclosed between lake Skule and the Firth of Näske (through which flows the rivulet that serves as the outlet of lake Skule) should be of diabase. I followed the rivulet in its whole length and, as it was possible to examine many parts of its bed, I could see that it belongs entirely to the Archean formation.

The diabase extends probably to the south of the rivulet, bordering upon the granitic rocks, but on the northern side I have found diabase only west of Ytterböle and at Näske on a farm situated by the side of the road, to the north of the Sawmill.

### **Contacts between the granite and the diabase of the Ulf-Islands.**

The post-Jotnian olivine-diabase is of relatively wide extent on the coast of Ångermanland, especially south of the Firth of Omne. In this region, as at Skrubban and on Trysunda-island, it is met with covering and invading the sandstone. As professor HÖGBOM has pointed out the diabase has probably erupted in connection with dislocations. The majority of the small lakes on the Ulf-islands are to be found at the contact between the diabase and the granite, and it seems that their origin has to do with dislocations.

The contacts between the diabase and the granite are very interesting. I have had the opportunity of studying them, besides, at the Ulf-islands, also in the region situated between the Firths of Näske and Nätra. On the Ulf-islands the diabase is micro-crystalline at the contact and its crystals increase in proportion as one retires from the contact.

The granularity of the granite is the same at the contact as at a distance from it; consequently the diabase is younger than the granitic rock.

South of Sandviken on Norra Ulfön, the diabase near the contact is crossed by a net of very irregular and fine-grained granitic veins, which have the appearance of originating from the granite of the massive. Besides, in some parts, it is possible to find granitic dykes up to 15 centimeters in breadth, whose structure and composition are equal to those of the older granite that the massive consists of.

On the sea coast, between the fishing-village of Sandviken and the contact, there are three dykes of a basic rock that cross the granite. This rock is microcrystalline and it has not been examined microscopically.

Two of the dykes are about 1,15 m. in breadth; the third is much narrower.

The metamorphic effects, perceptible to the unaided eye, which have been caused by the dykes in the granite consist in decoloration.

On Norrtaskberget, north-west of Sörby, there is a dyke of a dense rock that macroscopically is equal to the former and that also crosses the granite.

West of Sörsand the diabase of the contact is crossed by dykes and veins of granite.

On the northern shore of Svartbergsviken the contact is visible. This is one of the most accessible places.

South of Svartbergsviken and in the neighbourhood of Kvarnsviken granitic dykes are to be found in the diabase, and a little more towards

the south, at a little cape called by the fishermen Korsudden, the diabase is mixed with granite.

This makes it likely that the granitic rock east of Ulföhamn and that of Åskäret stretch out under the sea towards the north.

East of the fishing-village of Ulföhamn the granite and the diabase are mixed in about the same way as at Korsudden.

The diabase is in both cases very fine-grained. At the ascent of Hamnberget (west of Ulföhamn), on its eastern side, one observes a granitic dyke in the diabase. In many places on these islands granitic dykes are to be found in the diabase as well as in the granite of the massive.

In the vicinity of Långviken (on the eastern shore of the S. Ulfö, there is also a mixture of these two rocks crossed by small granitic dykes. In this place LUNDBOHM has noticed that »the granite forms a body 4—5 meters broad in the diabase, which is aphanitic at its limits while the granite has its normal appearance. From the latter rock a multitude of fine veins and dykes, run out in the diabase which in its turn contains small grains of granite».

Probably the just named occurrence, as well as several dykes in the region south of Sandviken (N. Ulfö), are fragments detached and partially melted by the diabase.

The veins and dykes that seem to emanate from that granite will have their origin in melting of this granite by the influence of the diabase magma.

The diabase, in making eruption, has melted the granite and mixed with it in many other localities (to the east of Ulföhamn, at Korsudden, west of Svartbergsviken, at Långviken etc.).

The granitic veins and dykes that cross the diabase (south of Sandviken, at Korsudden etc.) are of secondary origin, that is to say, it is the granite regenerated by the diabase that has erupted after the diabase.

Whether the mixture is homogeneous or not, depends chiefly on the rate of cooling. Thus, to the south of Alviken, on Vårdkasberget (the parish of Nätra) the diabase has not only mixed very intimately with the granite, but it seems, too, that it has regenerated the granite on a certain area contiguous to that of the mixture. In this case the temperature of the diabasic magma fell relatively slowly.

In this place I have not found fine-grained diabase, and the rock that I suppose to be regenerated, is a little more fine-grained than the remainder of the granitic rock that composes Vårdkasberget.

At the N. Ulfö (east of the hotel of Ulföhamn and at Korsudden) the mixture is not intimate, and the diabase is almost microcrystalline. This is the result of a rapid cooling. In such cases it seems that the rate of cooling has depended chiefly on the distance between the contacts in question and the focus of the intrusion. It is natural that the temperature of the rocks in places near to the conduits through which the diabase made intrusion, was much higher than in regions more remote

from those openings, but that even they were influenced by the diabasic magma.

The mixed rocks of this massive are abnormal, because of the little depth at which the mixture has taken place. Many geologists are of opinion that rocks arising from mixtures are not normal. HARKER calls them hybrids.

This author declares that »by averaging, e. g. the analyses of a peridotite and a granite, we obtain a result much richer in magnesia and poorer in lime and alumina than any natural intermediate rock».

HARKER [3] supposes consequently, that a mixed rock has a composition that can be calculated by the analyses of the constituents in the state of crystallisation. This seems to be erroneous, since the chemical composition of rocks is not the same in the state of crystallisation as in the magmatic state.

There are many constituents in the magma which are eliminated before the solidification, and there is no doubt that these have influenced the composition of mixed rocks.

Moreover, it is not right to generalize the results obtained in volcanic studies, and in studies of intrusive bodies that have been solidified near the surface, and to apply them on great plutonic massives.

### **Some theoretical remarks about the genesis and the classification of the Nordingrå massive.**

We have seen that at the western limit of the massive the Archean formation covers the young eruptive as a cap in some parts, in a way comparable with the boundaries of the Ragunda massive. It is very probable that this Archean cap once covered the whole massive and that the denudation has only uncovered its higher part.

If we admit this hypothesis to be true, the consequence would be that the rocks that compose the massive are to be considered as intrusive; but it would be a kind of intrusive difficult to class because it is not known how it penetrated the old rocks.

The fact that the magma has been crystallized under a cap of rock is common to all intrusives; that is just what is natural to them.

In this case the intrusion has taken place in Archean crystalline rocks: granites and leptites. This is important for the classification of the intrusive mass, for the form of the same depends, to a large extent, on the physical properties of the invaded rocks and of the magma, and, too, on its living force, but my view of the matter is that of the causes mentioned the first has the greatest influence.

Other analogous intrusive bodies in Fenno-Scandia have been classed as laccoliths. I am, however, convinced that the post-Archean massive of the coast of Ångermanland is not at all of laccolithic character.

The base of a laccolith ought to be the invaded rock, and the laccolith ought to be in communication with the magma at greater depths, by means of rather narrow conduits.

Of this massive we only know the upper part, and it is probable that it is nothing else but a ramification of a very great batholith, from which also the analogous massives in Ragunda, at Rödön and in Finland are likely to have originated.

From the works of the Americans GILBERT, CROSS, WEED, PIRSSON, JAGGAR, and others in the Rocky Mountains, it may be concluded that the laccolith is an intrusive form connected with stratified formations whose strata are of easy separation.

GILBERT [4], in his classical work on the Henry Mountains, says that: »all the determined laccolites are inclosed by soft beds. They have been intruded into the shales, but not the sandstones. They cluster about the Henry's Fork conglomerate, but none of them divide it. This selection of matrix is confined, however, to the laccolites and is not exercised by sheets and dikes».

The formations of shale that contain laccoliths are separated by strata of sandstone of some thickness. Blue Gate shale and Tununk shale are separated by Tununk sandstone; Tununk shale and Flaming Gorge shale by Henry's Fork conglomerate.

CROSS [5] declares that the igneous masses of the Carriso mountains »are apparently thick sheets rather than laccoliths, and this form is no doubt connected with their occurrence in sandstones in the Trias and Jura».

PIRSSON [6] says that »the base of the Mesozoic is not only a horizon in which laccoliths occur, but to a very large extent one in which intrusive sheets are also found. This is well illustrated around the outer flanks of the Elk Peak dome, where not only do sheets occur, but these swell out, in places, into thick lenticular masses, which might well be classed as small subordinate laccoliths. It is very clear that these horizons have been selected by the ascending and invading magmas because of their fissile character and ready penetrability.

It is in such shaly horizons that the vast majority of intruded sheets occur, not only here, but in other localities as well, and an intruded sheet is the first (and necessary) stage of a laccolith».

Besides, it is to be noticed that in the regions where the sedimentary formations have been subjected to considerable tectonic movements the laccoliths lose their symmetry and tend to form irregular bodies which are not laccoliths.

Consequently, the laccoliths are the ordinary intrusive forms in sedimentary formations whose strata are banked or have a distinct layer structure and have not been subjected to considerable movements of folding.

In the same class of formations, when they are not of distinctly stratified or when the formations have been subjected to folding, the magma

finds a more easy way in other directions, giving rise to the formation of Stocks and other intrusives e. g. Chonoliths.

Many intrusives classed as »irregular laccoliths» and as »asymmetrical laccoliths» are not laccoliths but probably chonoliths, as DALY has noticed.

DALY [7] defines the chonolith as an igneous body injected into dislocated rock of any kind, stratified or not; of shape and relations irregular, in the sense that they are not those of a true dyke, vein, sheet, laccolith, bysmalith or neck; and composed of magma either passively squeezed into a subterranean orogenic chamber or actively forcing apart the country rocks.

For these reasons, and taking the nature of the invaded rocks into consideration, I am of the opinion that the massive of the coast of Ånger manland may be of chonolithic character, but most probably it is batholithic.

It is possible that previous to the formation of the post-Archean massives a batholith of great extent, which — in order to fix ideas — I call principal, has been formed at a great depth under a part of the northern region of Fenno-Scandia.

I am inclined to think that the magma of this batholith was gabbroid. At the formation of this batholith, the part of the earth crust that covered it may have been subjected to dislocations, which, in causing the breaking of the rocks at certain weak points, gave birth to openings that got enlarged gradually. Thus it is easy to conceive, that tangential dislocations in a certain direction can cause an aperture more or less perpendicular to that direction.

At the same time as the aperture of the rocks has arisen, the gabbro may have erupted, filling the cavity and forming a subordinate batholith.

The gabbroid magma, being at a very high temperature, has melted the invaded formation in the inferior parts of the cavity.

I believe that the country rocks were granites and, because of their great depth, they had probably a high temperature already before the intrusion of the gabbro.

It seems to me that the melting of the country rocks was hydrotermical.

If we suppose an interruption of the tangential dislocations, in the inferior parts of the subordinate laccolith, the gabbro would be surrounded by an envelope of regenerated granitic magma. At the contacts, mixtures would arise, and the granitic magma, on account of its lower sp. gr. would always tend to rise to levels superior to those occupied by the gabbro.

The movements of dislocation have continued to enlarge the volume of the cavity, and then the regenerated magma has erupted, filling it. The zone of mixtures between the two magmas has attained considerable extension at great depths, gradually getting smaller towards the top of the eruptive.

For these reasons and since, according to my supposition, the respective magmas have had different origins, this igneous body, which ori-

ginates from a batholith of great dimensions and is composed of materials intruded during more than two periods of intrusion, may be classed as a separate subordinate composite batholith [7].

As a consequence of the phenomenon of melting I consider it as probable that the magmas of this massive have been solidified in subjacent conditions.

That means that the cavity where these magmas have been solidified owes its origin, not only to tangential movements, but also to the fact that, in the inferior parts, the cavity got enlarged by the melting of the country rocks, caused by the gabbro.

In 1906 DALY [8] expressed the opinion of »a cooling earth superficially composed of a relatively thin crust overlying a fluid gabbroid substratum of unknown thickness».

In 1909, RAMSAY [9] writes in his text-book of geology that »the superior strata of magma may afterwards have solidified and come to belong to the crust of the earth, while, next inferior to it, gabbroid and peridotitic masses have remained in a fluid state».

My hypothesis of a great batholith of gabbroid magma does not imply the supposition that the magmasphere is gabbroid, even in its superior regions.

These are regions of assimilation, and as the lithosphere, in consequence of its proper genesis is of heterogeneous composition, it is impossible that they are gabbroid.

For this to have been the case, it would have been necessary that the parts of the lithosphere assimilated by the magmasphere, should also been gabbroid.

---

In the massive in question we find, that first a gabbroid magma erupts and that a granitic one follows afterwards. After the deposition of the Jotnian Sandstone something analogous takes place: first appears the olivine diabase, and then a granitic magma.

The succession of eruptions observed by BRÖGGER is first a basic magma, afterwards more and more acid, and finally once more basic.

To make our case in accord with the observations of BRÖGGER would need that last basic eruption.

It is not at all impossible that the dykes of a basic rock that cross the granite at the Ulf-islands belong to an eruption posterior to the diabasic one. But I think that even if that should be so in this case, this fact would not give any support to a generalization of the succession of eruptions given by BRÖGGER. It is sufficient to run through what is written on the petrology of different regions, to see their discordance from such a theory of the succession of eruptions.



IDDINGS finds that »the general succession is from a rock of average composition through less silicious and more silicious ones to rocks extremely low in silica, and others extremely high in silica that is, the series commences with a mean and ends with extremes». This law, says IDDINGS, is very widely applicable.

And finally MICHEL LÉVY, basing his opinion upon observations made on the Plateau central of France, remarks that the succession of eruptions in that country is in complete discordance from the ideas expressed by BRÜGGER and IDDINGS.

This is the result when quoting only three eminent geologists.

It is easy to imagine, especially when it is not a question about phenomena of differentiation, that the succession of eruptions varies according to circumstances, and that it may be sometimes a basic magma, sometimes a magma of intermediate composition, and sometimes an acid magma that make the first eruption.

### Literature referred to in this paper.

1. HJ. LUNDBOHM: Berggrunden inom Vesternorrlands län. Sveriges Geol. Undersökn., Ser. C., No 177. Stockholm 1899.
2. A. G. HÖGBOM: The igneous rocks of Ragunda, Alnö, Rödö, and Nordingrå. Geol. Förl. Förhandl. Bd 31. Maj 1909.
3. A. HARKER: The natural history of igneous rocks. London 1909. p. 335.
4. G. K. GILBERT. Report on the geology of the Henry Mountains. Second edition 1880. p. 58.
5. W. CROSS: The laccolitic Mountain groups of Colorado, Utah, and Arizona. U. S. G. S. 1892—93. p. 211.
6. W. H. WEED and L. V. PIRSSON: Geology and Mineral resources of the Judith Mountains of Montana; U. S. G. S. 1896—97. p. 579.
7. R. A. DALY: The classification of igneous intrusive bodies. The Journal of Geology. 13. 1905. Chicago. p. 499.
8. — — — Abyssal igneous injection as a causal condition and as an effect of mountain building. American Journal of Science. Ser. 4. 1906.
9. W. RAMSAY: Geologins Grunder. Helsingfors 1909.

## 9. On Relics in the Swedish Fauna.

By

Greta Philip.

---

### Introduction and History.

The following treatise is only meant to give a short summary of what is known about the relics in the fauna of Sweden. It is entirely founded on records in the Scandinavian geological and biological literature.

It is to be presumed that the preglacial fauna of Sweden had been destroyed by the ice, and that the fauna of to-day has been formed by contributions from different quarters since the recession and melting of the ice. During the postglacial epochs the fauna has varied in composition and character under the influence of variable climatic conditions, and owing to changes in the distribution of land and water. The new elements in the fauna that were thus spread over Scandinavia have not as a rule entirely supplanted the preceding forms, these having in most cases remained as relics in favourable localities.

The study of the relics must therefore be of great importance in seeking to obtain some knowledge both of the composition of the fauna during past epochs and of climatic and other geographical conditions.

The attention of scientists was first directed to the presence of relics in the fauna, when SVEN LOVÉN in 1860 read a paper before the Royal Swedish Academy of Science on »Some Crustacea found in the Lakes Vättern and Vänern» [20]. He told that in these lakes live some marine Crustacea, the only habitat of which was before considered to be the Arctic Ocean. He supposed that this marine fauna had immigrated from the east, since none of its forms had been found on the west coast of Sweden, but some of them in the Baltic as well as in some Finnish lakes and in the Ladoga. LOVÉN therefore concluded that the Baltic had once

been in communication with the Arctic Ocean through the White Sea. The Baltic which was supposed to have been an arctic inland sea, a supposition which was supported by the occurrence of arctic marine fossils in the shell-beds, extended over great parts of Central Sweden. Afterwards, when the land began to rise and the sea retreated, many bays were transformed into lakes, where the fauna was enclosed. Some forms could survive in spite of the water being changed into fresh-water. LOVÉN considered the marine fauna found in the great lakes of Sweden as such remains adapted to the new conditions. Later on he found most of these relics and some other arctic forms also in the fauna of the Baltic (22). LOVÉN's explanation of the occurrence of relics thus corresponds, in principle, with the present day interpretation, although he was not aware of the fact that the Baltic had once been a fresh-water lake.

When LOVÉN had discovered this relic fauna, great interest was taken in the matter, and many investigations have since been made in those parts of the world, where the Quaternary conditions have been similar to those in Sweden, and where such a fauna could be expected to be found. Observations of this kind have now been procured from Norway, Denmark, Finland, North Russia, North Germany, and Ireland, as well as from North America. The term »relic» was gradually brought to embrace all fresh-water animals of marine origin, even the pelagic fauna in the lakes. In a monograph »Die Reliktenseen» of 1888, CREDNER (6) severely criticized the great number of so-called relic lakes and applied this term exclusively to such lakes as can be proved on geological grounds to have been parts of the sea. In connection with the geological and climatic researches which have been made by the Scandinavian geologists during the last decades, the question of the occurrence and importance of relics has of course been further discussed. A fairly extensive literature has been written on this subject and the term »relic» has been differently applied by different authors, e. g. JOHANSEN (16), WESENBERG-LUND (41, 42), ZSCHOKKE (43).

We generally understand by relics in the fauna such animals as are now found in isolated localities, out of their ordinary habitat, and the occurrence of which we can explain only as remains from a formerly more extended fauna. In this sense the word is going to be used in the following treatise. But there is always the possibility that some species which are now considered to be relics, on further investigations will prove to be the »advance-guard» of a beginning immigration. In every single case we must therefore find out that we are not dealing with such forms, but with real relics.

The study of the Swedish relics has chiefly been confined to the water fauna, above all the Crustacea. Lately some attention has also been paid to the occurrence of land-animals in sporadic localities, outside their proper habitat, and these too have been called relics. Otherwise it is of course always the case that the more active land-animals, with the excep-

tion of some groups, for instance the land-molluscs, can more easily than the water-animals accommodate their habitat after the external circumstances.

The Swedish relics — leaving for a while the above mentioned land-animals out of consideration — can, according to the epoch of the post-glacial development from which they are derived, suitably be divided into three groups, namely, 1) *relics from the late Glacial Sea*, 2) *relics from the Ancylus Lake*, and, 3) *relics from the Litorina Sea*. This classification will be used in the following, although it is sometimes rather difficult to decide to which of these groups a form ought to be properly referred.

### The Development of the Fauna in the Baltic.

As the last inland ice retreated, the sea filled its place and covered great parts of Sweden and Finland. This sea had the character of an arctic sea with only slightly salt water, owing to the quantity of fresh-water from the melting inland ice and the rivers. This glacial sea, in the beginning probably communicated with the White Sea, which opinion as we know was already suggested by LOVÉN. This communication no longer existed when the land began to rise, and the connection between the Baltic part of the late Glacial Sea and the main ocean passed over Central Sweden. Fossil remains of the fauna in this sea are rare. The well known discovery of *Yoldia arctica* in glacial deposits in the valley of the Mälaren ought to be mentioned here. Just here a salt under-current entered from the North Sea, enabling this typical marine animal to live there, which of course it could not have done in the other parts of the Baltic, where the water was only slightly salt. This sea contained rather a poor fauna, probably somewhat similar to the one now living in the White Sea. It is also likely that this Baltic fauna had immigrated from the White Sea through the passage above mentioned. Most groups of sea animals were probably represented in the Baltic, as it is very likely that, besides the still remaining ones, several other species lived there, although they have not been found neither as relics nor as fossils. Among mammals from this time there are *Phoca fetida* and *Phoca grænländica*, the latter found in arctic clay in Stockholm. Probably also *Halichærus grypus* arrived already during the time of the late Glacial Sea [25]. Furthermore there are some fish: *Cottus quadricornis* and *Liparis lineatus* and some Crustacea, among others *Idothea entomon*, *Mysis relicta*, *Gammaricanthus loricatus*, and *Pontoporeia affinis*, already observed by LOVÉN [20]. All these animals, except *Phoca grænländica* and *Gammaricanthus*, still live in the Baltic as relics. Besides, there was also a fauna of other animals: some worms, Rotatoria, and Protozoa etc. which have also left relics. Some of our fresh-water fish, which now live in lakes as

well as in the Bothnian Gulf, and most of which are also found in the White Sea, probably entered the Baltic already at the time of the late Glacial Sea, e. g. the salmon (*Salmo salar*), the gwyniad (*Coregonus lavaretus*), the vendace (*C. albula*) etc. We may presume that some molluscs were not missing, though we have no other remains than *Yoldia arctica*. At the same time a rich fauna of arctic marine animals seems to have lived off the west coast of Sweden, judging from the great number of fossils which have been preserved in shell-beds and arctic clay.

At the end of the melting-time of the inland ice, the Baltic was because of the rising of the land changed into the Ancylus Lake. With the formation of this lake the character and composition of the fauna must have altered considerably, though, as has already been mentioned, it was never typically marine. Some typical fresh-water animals which have been found in the strata of the Ancylus Lake bear evidence of this change. Most of these fossils are remains of molluscs, some of which are such typical fresh-water forms as *Ancylus fluviatilis* and several species of *Planorbis* and *Psidium*, and, further, *Limnæa ovata*, *Neritina fluviatilis* etc. In a clay deposit from this time at Skattmansö in Uppland NATHORST [30, 31] has found a great quantity of remains of the Ancylus-fauna: fresh-water molluscs, some insects, one ostracode, and a great number of skeletons of eel-pouts (*Lota lota*) and of the four-horned sting-fish (*Cottus quadricornis*). Besides, remains of *Phoca fatida* and of *Halichærus grypus* (MUNTHER 29) were found. These important finds prove among other things that fresh-water fish lived in the Ancylus Lake, and very likely a great number of these fish immigrated during this time, namely those which, according to LUNDBERG [23], have come from the east and through the rivers spread to the great fresh-water lake. It is to be supposed that part of the arctic marine fauna died by the change, but several species succeeded in adapting themselves to the new conditions, especially as the change into fresh-water proceeded very slowly. We can say that these formed a group of original arctic animals, enclosed in the Ancylus Lake, i. e. a group of *arctic marine relics*. Many of these have already been mentioned in connection with the fauna of the late Glacial Sea, and their occurrence and habitual and biological characters will be more closely treated in the following. The Ancylus fauna existed of course also in the bays which were changed into lakes when the land rose, and therefore we find arctic relics in many of these lakes, relics which, with only a few exceptions, have adapted themselves to freshwater in the Ancylus Lake and not exactly in these lakes. The glacial relics have come to the lakes of West Sweden only in the case when these have been in communication with the »Vänerbay» the water of which is supposed to have been almost fresh.

The subsequent sinking of the land in the southern part of the country resulted in those straits which there connected the Baltic with the main Ocean and transformed the Ancylus Lake to the Litorina Sea. The salinity of the Litorina Sea was considerably greater than that of the Baltic nowadays

[MUNTHE 28]. The water in the northernmost part of the Bothnian Gulf contained about the same percentage of salt as the water does now just west of Bornholm — owing to the fact that the salt current which still comes from the Ocean was then able to flow more richly. This had a great influence on the composition of the Baltic fauna. Many fresh-water animals died out, and new marine species immigrated. A milder climate than ours was prevailing during at least a part of the Litorina time; this had some influence on the marine fauna, although not such a great one as on the flora and the land-fauna. The fauna in the shell-beds and shell-containing clays is a typical marine. The mollusc-shells found on the west coast of Sweden are often about twice as large as those on the east coast. Among new forms in the Baltic we observe *Cardium edule*, *Tellina baltica*, *Mytilus edulis*, *Litorina litorca* etc. Also some other marine fossils from the Litorina Sea have been found on the Baltic coast. In 1860 LILLJEBORG [18] described the skeleton of a now extinct whale-species, which was found in Gräsön in the archipelago of Uppland and which is supposed to originate from the Litorina time. Remains of seals and fish have also been found. A great number of other marine animals, which have now retreated, probably lived at that time also in the northern parts of the Baltic. Of the Ancyclus fresh-water fauna, which could not as a rule live in salt water, a few species, however, still remained, among others *Neritina fluviatilis*, which is regarded as a relic from the Ancyclus Lake. By the continuing rising of the land the Baltic assumed its present dimensions, and the percentage of salt again diminished. The marine fauna of the Litorina Sea had to retreat, leaving, however, some relic forms. We explain as such relics, among others, some ostracodes.

Under the influence of various factors the fauna of the Baltic has, thus, got its present composition. The real marine animals have adopted themselves to the comparatively small salinity, and some fresh-water forms have immigrated from lakes and rivers to the innermost parts of the archipelago.

### Glacial Relics.

The greater part of the Swedish relic fauna as yet known consists of glacial relics. These are found in the Baltic and the Bothnian Gulf as well as in a great number of lakes in Central Sweden. Among the glacial relics there are specimens of most groups of water-animals. Among these the most important and best known will now be more closely described.

*Phoca fætida* MÜLL. occurs in the Baltic from Öresund to the northern parts of the Bothnian Gulf, rarely in the south and more frequently towards the north [LOVÉN 20, 22]. It is also met with in the innermost parts of the bays and in the almost fresh water at the mouths of the rivers [14]. Like most glacial relics, it is not found at the west coast of Sweden,

whereas it lives in the Arctic Ocean and the White Sea. Further it is found in several lakes between the Finlandian Gulf and the White Sea: the Saima, the Ladoga, and the Onega. As mentioned before, *Phoca fatida* has also been found in the Ancylus-strata at Skattmansö [30], a clear evidence that this marine animal has been able to survive the Ancylus time.

Among relic mammals is also to be counted *Phoca grænländica* MÜLL., though it no longer belongs to our fauna. It is an arctic form, remains of which have lately been found in Litorina-clay near Sundsvall [ADLERZ 1] and also in Gotland in a deposit from the same time.

*Cottus quadricornis* L. is probably the glacial relic, the peculiar distribution of which was first known [LOVÉN 20, 22, LUNDBERG 23, LILLJEBORG 19]. It has its proper habitat in the Arctic Ocean, where it has been found in various parts and it is a typical arctic species. It is quite common in the Bothnian and Finlandian Gulfs and in the northern parts of the Baltic proper, but less frequent south of Gotland, and it is missing altogether of the west coast of Sweden. As to our lakes it is found in the Vänern and the Vättern, and according to an old statement, which has now proved correct, also in the Fryken in Värmland. Likewise a hitherto doubtful information as to its occurrence in the Mälaren has nowadays proved to be true [LÖNNBERG 27]. By adding to these localities those in the Ladoga and the White Sea, the relic character of *Cottus quadricornis* in Scandinavia becomes obvious as well as the direction from which it has immigrated. Most likely it is also to be found in the Baikal.

It is interesting to observe the habitual variations of the fresh-water form of the *Cottus* compared to the marine one [LOVÉN 21]. The *Cottus* of the Vättern is distinguished from that of the Baltic by a paler hue, smaller size and somewhat different proportions. The most visible difference lies in the four bone bumps on the head, which are much less developed in the fresh-water form. The *Cottus* of the Ladoga resembles that of the Vättern, and the one of the White Sea is more like that of the Baltic. *Cottus quadricornis* of the Mälaren, on the other hand, is to be placed between the fresh-water and the marine forms [LÖNNBERG 27]. This is especially interesting as the Mälaren was once a bay of the Litorina Sea and the fauna therein has thus during a much shorter time than the fauna of the Vättern been isolated from the sea. The finds of *Cottus* skeletons in the Ancylus clay at Skattmansö [30] has already been mentioned. These discoveries are of special importance in that the skeletons prove to have belonged to the form now living in the Vättern, *Cottus quadricornis* var. *relicta*, as it is also sometimes called. It has thus arisen as an adaptation to the fresh-water of the Ancylus Lake. As to the present Baltic form we must suppose that it again got its original character, when the water in the Baltic became more salt.

Another fish, *Liparis lineatus* LEP., was already by LOVÉN [22] grouped among the glacial relics. It is found on the west coast of Sweden as well as in the Baltic, though not to the south of Gotland, but it has its proper habitat in the Arctic Ocean. It has been found in the White Sea at the Spitzbergen and Greenland.

In the Baltic both *Phoca fætida* and *Cottus quadricornis* feed mostly upon *Idothea entomon* L., also a relic which, besides, is to be found in the Vättern and the Mälaren [LOVÉN 20, 21, 22]. It is rare in the southern parts of the Baltic, and is missing altogether on the west coast of Sweden. The only fossil specimen in Sweden was found in a postglacial clay in Uppsala. This was exactly like the now living animal. *Idothea entomon* lives, besides, in the Arctic Ocean, e. g. along the northern coast of Norway and Sibiria; it is also to be found at Kamtschatka and in the Sea of Ochotsk. It is very unlikely that it lives in the Ladoga and the Onega, as has been supposed before [NORDQVIST 33]. The relic forms agree with the arctic type, except in the size, which varies in accordance with the size of the water in which they live. In the Baltic, *Idothea entomon* can reach 72 mm. in length, but in the Vättern only 45 mm.

The best known and most often mentioned of the glacial relics is probably *Mysis relicta* LOV. [LOVÉN 20, 21, 22, EKMAN 7, NORDQVIST 32, 34]. It lives in the Bothnian Gulf and in a great number of our lakes: the Vänern, the Vättern, and the Mälaren, several lakes in Dalsland and Värmland and as far north as in the Siljan in Dalarne. It is also met with in the Mjösen in Norway [SARS 38] and, lastly, in the Ladoga and the Onega and in a number of other Finnish lakes as well. All these lakes lie below the highest level of the Glacial Sea. Thus, the occurrence of *Mysis relicta* needs not here be ascribed to a later immigration. The places, where it is found in Sweden, all lie below the highest shore-line of the Ancylus Lake — excepting, of course, those which belong to the Väner-district — a clear evidence that *Mysis* already in the Baltic Lake had adapted itself to fresh-water.

The original form of *Mysis relicta* is *Mysis oculata* FABR. This is according to S. O. SARS [38] an arctic form, which has been observed in various places in the Arctic Ocean on the northern coast of Europe as well as of that of North America. One single specimen has also been found in Öresund (see p. 139). *M. relicta* differs from *M. oculata* in many respects, especially as to the structure of the telson. The former is in the lakes smaller, never exceeding 18 mm., whereas the arctic form measures 25 mm. As to the fresh-water form, it is, according to SAMTER and WELTNER [36], larger in lakes which are specially cold. The relic is, as a rule, like younger forms of the arctic species. A biological peculiarity which shows the arctic origin of *Mysis relicta* is its preferring water of comparatively low temperature, never exceeding about 14° C. In the summer it is consequently found in the cold depth of the lakes, in the winter it also spreads to the surface. During the wintermonths the pro-



pagation takes place. The size of the Baltic *Mysis relicta* considerably exceeds that of the lake form.

*Mysis relicta* has also been found in some lakes in North Germany [SAMTER 37] and in the Furesö in Seeland [WESENBERG-LUND 41, 42], but as all these lakes are situated above the highest level of the glacial sea, it is to be supposed that *Mysis* and several other arctic forms living in some of them have immigrated thither through the rivers. Probably it is the forms, which were first accommodated to the Ancylus Lake, that have thus spread, as they are only found in those German lakes, into which we may suppose they had come from the Baltic. Therefore *Mysis* is here a relic in another sense than in the Swedish lakes.

Already LOVÉN [20] proved that *Gammaracanthus loricatus* SAB. was an arctic relic. It occurs in a number of lakes together with *Mysis relicta* but not in the Vänern, which seems strange, as it is found in several lakes in Värmland, which once were parts of the »Väner-bay». It is also missing in the Baltic. *Gammaracanthus* has also been found in some Finnish lakes and in the Ladoga [NORDQVIST 32, 33], generally in rather deep water near the bottom of the lakes. The proper abode of this crustacean is the Arctic Ocean, where it has been found at different places e. g. near the Spitzbergen, at Greenland and the north coast of America. The relic form of *Gammaracanthus* presents some slight differences to the arctic form, as it is smaller, and the size diminishes with the size of the water in which it lives. In the Polar regions it is said to attain the length of 50 mm., in the Ladoga and the Finnish lakes it measures 36 mm. at the most, in the Vättern 33 mm., in the lakes of Värmland only 28 mm. etc. We can say that the fresh-water form of *Gammaracanthus* also shows a greater likeness to the younger forms of the arctic one.

Two other Amphipoda, which have also been considered as glacial relics, are *Pallasiella quadrispinosa* SARS and *Pontoporeia affinis* LINDSTR. However, several scientists e. g. NORDQVIST [32], WESENBERG-LUND [41, 42], doubt about the former being a relic. It has the same distribution in Sweden as *Mysis*, it is true, but it is not as most other relic crustacea a typical deep-water animal especially seeking cold water, but it lives in water with comparatively high temperature near the surface. Its propagation does not either take place only during the winter, although it produces more eggs in this season, which has been observed by SAMTER and WELTNER [36], who consider *Pallasiella* a relic. Neither did SARS [38] agree with LOVÉN's conception of *Pallasiella* being a relic,<sup>1</sup> and he pointed out as the chief reason for his opinion that no arctic marine form was known, from which it might descend. Out of Sweden *Pallasiella* has been found in several lakes in Finland [32] and Norway [38] as well as in the Ladoga [33] and in a number of small shallow lakes in Denmark [41, 42] and North Germany [37].

<sup>1</sup> LOVÉN counted it under the name of *Gammarus cancelloides* GERSTF. among the arctic crustaceans in the Vättern and the Vänern [20].

*Pontoporeia affinis* LINDSTR., on the other hand, is certainly a relic. This form has about the same distribution in Sweden and Finland [LOVÉN 20, 21, NORDQVIST 32] as *Mysis*; besides, it is found in some Norwegian [SARS 38, 39], Danish [WESENBERG-LUND 41, 42], and North German lakes [SAMTER 36]. The original arctic form is *Pontoporeia femorata* KRÖYER, which is common in the Arctic Ocean; it is also to be found along the west coast of Norway, in the Skagerack, the Kattegatt and the Belts, and even in the south-western parts of the Baltic [41]. These two species are closely related to each other. *P. affinis* is a deep-water animal, though not so much as *Mysis*; it lives in cold water and therefore every spring and autumn wanders from more shallow to deeper water and vice versa. The propagation of this animal also is limited to the winter.

The copepod *Limnocalanus macrurus* SARS seems to be a typical glacial relic on account of its distribution and habits [EKMAN 7]. It forms an important part of the pelagic fauna in the deep water of the Bothnian and Finlandian Gulfs [NORDQVIST 34] and lives also in the cold depths of a great number of those Swedish lakes, which have been part of the late Glacial Sea, i. e. in the Vättern, the Vänern, and the Mälaren as well as in most other lakes where *Mysis relicta* lives, and besides in several others in different parts of the country from Skåne to Dalarne. In the Oresjön in Dalarne the history of the immigration of *Limnocalanus* does not agree with that of most other glacial relics; it must have come directly from the late Glacial Sea, as the Oresjön is situated above the shore-line of the Ancylus Lake. *Limnocalanus* must therefore have adapted itself to the fresh-water of this lake independently of the adaptation in the great Baltic Lake. The same is the case in a lake in Västergötland, which has not either been in communication with the Ancylus Lake. The occurrence of *Limnocalanus* in the Nömmen in Småland, a lake situated even above the highest level of the Glacial Sea, is more difficult to explain. It is possible [EKMAN 7, »Nachtrag»], that the ice-dammed lake, which, at the end of the ice age, comprised the present Vättern, might also have extended over the Nömmen. In this case *Limnocalanus* seems to have spread from the late Glacial Sea to the ice lake and also to the Nömmen.

*Limnocalanus* shows the same inclination for water of low temperature as *Mysis*, but contrary to this it never rises to the surface of the water. *Limnocalanus macrurus* is supposed to descend from *Limnocalanus grimaldi* or some other species closely related to the latter. *L. grimaldi* lives in the Arctic Ocean. — *L. macrurus* also lives in the pelagic region of the Ladoga [NORDQVIST 33].

Also among animals belonging to other lower groups we have found glacial relics. LOVÉN [21, 22] interpreted as such some Annelida: *Terebellides Strömi* SARS and *Antinoe Sarsi* KINB. The former lives round our coasts and the latter only in the Baltic, but they are both northern species found at the Spitzbergen, among other places. There the *Antinoe* is larger than in the Baltic. A similar distribution has *Halicryptus*

*spinulosus* SIEB., which is very frequently found in the Baltic and the Polar regions, but is missing at the west coast of Sweden.

Finally LEVANDER [19] has drawn the attention to the possible occurrence of relic Rotatoria and Protozoa in the northern parts of the Baltic. Of Rotatorians he mentions *Anuraea Eichwaldi* LEV., which lives in the Bothnian and Finlandian Gulfs, but is missing in the southern parts of the Baltic. A form decidedly related to it has been found on the Norwegian coast. Of Protozoans he mentions *Tintinnus bottnicus* NORDQV. the distribution of which is said to comprise the Finlandian Gulf, the Karajakfjord in Greenland, and Davis Sound.

*Planaria alpina* DANA, living in Central Europe, where it is considered as a relic, has also been found by v. HOFSTEN in the mountains of North Sweden [10]. Contrary to ZSCHOKKE [43] he does not consider it as a relic here, since it lives in the same conditions as in other arctic regions.

Besides the glacial relics before mentioned also some fresh water fish occur as relics in our country [LUNDBERG 23]. In connection with the immigration of the fauna we have already mentioned that several fish as early as during the late glacial epoch arrived to the Baltic. Such are the four horned sting-fish (*Cottus quadricornis*), the salmon (*Salmo salar*), the trout (*S. trutta*), the gwyniad (*Coregonus lavaretus*), the vendace (*C. albula*), the sticklebacks (*Gastrosteus*), the smelt (*Osmerus eperlanus*), and the lamprey (*Petromyzon fluviatilis*). When the land rose, these fish were isolated in some lakes, which are situated near the highest level of the glacial sea, and where they are still living and may be considered as relics. Some of them have probably spread to neighbouring waters. They still live in the Baltic. The distribution of the charr (*Salmo alpinus*) is difficult to explain. It lives in Sweden within a vast, strictly limited mountainous region stretching from the furthest north along the boundary between Sweden and Norway to north Dalarne. It is also to be found in the Vättern and in some other localities in the central and southern parts of the country. It does not occur in the Baltic, which perhaps depends on its being a typical arctic fish, which likes the cold, clear water of the mountain-lakes. In Finland [NORDQVIST 35] it lives in the lakes, which are connected with the White Sea and in some other lakes, belonging to the Saima-system. The charr is also to be found in the Ladoga, the Onega, and the White Sea [NORDQVIST 35]. This distribution shows that the charr probably lived in the late Glacial Sea, from which it has come into all these lakes where it is now living as a relic. It has also been considered as a relic in some lakes in the south of Norway [GRIEG 9]. LUNDBERG [23] considers that the occurrence of the charr can be explained by presuming that it migrated from the west into the large ice-dammed lakes which at the end of the glacial age were situated between the mountains and the ice-border. But HÖGBOM [14] points out that, on account of the many steep falls, it could not have gone up the rivers

which were outlets for the ice-dammed lakes. We cannot therefore tell which way the charr has immigrated.

Finally, we have to mention that LÖNNBERG [24], when investigating the fauna of Öresund, found that part of it has a decidedly northern character. Some purely arctic specimens are to be found there, e. g. *Mysis oculata* FABR., which find has been mentioned before, and also some arctic types belonging to the Echinodermata and the Molluscs. LÖNNBERG supposes that these arctic animals have lived in the Sound ever since the late glacial time. During the Ancylus time, they, however, moved a little towards the north, but when the Litorina Sea was formed they returned to their former abode. The slight salinity and the generally low temperature of the water in the Sound, as well as other favourable conditions, have helped them to stand in the struggle against southern and more typically marine forms.

### Relics from the Ancylus Lake.

Compared to the glacial relics the Ancylus ones constitute a group which is little known and few in number. In a special sense those relic arctic animals might be considered as Ancylus relics, which, had once adapted themselves to the fresh-water of the Baltic lake, where, on the other hand, they were remains from the fauna of the Glacial Sea.

In EKMAN'S treatise [7] on crustacean plancton and marine relics, already referred to, the copepod *Eurytemora lacustris* POPPE is classified as an Ancylus relic. Besides in the Vänern and the Vättern, it lives also in a great number of minor lakes in Småland, Halland, Dalsland, Värmland, and Dalarna. Outside Sweden it has been found in a lake in Norway near the Swedish boundary, in Finland, in North Germany, and in one place in Jutland, but it is not known from anywhere else in the world. The other species belonging to the genus *Eurytemora* are marine types, we should, thus, here have a form especially adapted to fresh-water, which in all probability had arisen at the time when the Baltic was a fresh-water lake. The fact that it is missing in the Baltic to-day shows that this adaptation had been so complete that the new fresh-water form had not been able to stand the salt water of the Litorina Sea. The original form of *Eurytemora lacustris* has been supposed to be *E. affinis*, a variation of which, *E. affinis* var. *raboti* RICH., has been found in brackish water at the Spitzbergen. The arctic *Eurytemora*, from which the fresh-water form derives its origin, must have lived in the late Glacial Sea. Concerning the Swedish lakes, in which *E. lacustris* has been found, those in Småland are situated above the highest level of the sea, which shows the impossibility of their being isolated directly from the Ancylus Lake. *E. lacustris* must therefore have come to these lakes by means of passive spreading. As has been mentioned before, when speaking about the distri-

bution of *Mysis relicta*, the »Väner-bay» was in close communication with the Ancylus Lake, which discharged its water there. We may thus presume that the direct spreading of *E. lacustris* into the lakes in Värmland met with no obstacle.

EKMAN [7] mentions the possibility that *Bosmina obtusirostris* SARS var. *maritima* MÜLL. in the Baltic is a relic from the Ancylus time. It is a fresh-water animal, which constitutes a rather important part of the Baltic plancton. It may be supposed that it has through the rivers spread to the Ancylus Lake from lakes in the neighbourhood and since then has survived in spite of the salinity of the Litorina Sea. On the other hand it may be supposed to have come to the Baltic in later times, when the reduced percentage of salt presented more favourable conditions to the fresh-water forms.

Also *Neritina fluviatilis* L. belongs to this group. Elsewhere it lives as a fresh-water animal, but is met with rather frequently in the Baltic, where it may be considered as a remain from the Ancylus-fauna [DE GEER 8].

The Ancylus Lake has played an important part in helping to spread a great number of our fresh-water fish. In the treatise on the distribution of Swedish fresh-water fish LUNDBERG [23] says that most of the Baltic fresh-water fish have probably lived in the Baltic ever since their postglacial immigration without being influenced to any large extent by the salinity of the Litorina Sea. Among immigrated fresh-water fish from the Ancylus time we may mention the pike-perch (*Stizostedium lucioperca*), the distribution of which in Sweden is limited chiefly to the region once covered by the Ancylus Lake. But, curiously enough, it is missing in the Baltic. The salt water cannot have had a repellent effect, as the pike-perch is frequently met with in lakes which were once covered by the Litorina Sea. During the milder climate which was prevailing at the beginning of the Litorina time it spread rather far up in Norrland, where it still lives in various localities, where it may be considered as a relic, the pike-perch having as a rule retreated southwards [LUNDBERG 23, HÖGBOM 14].

### Relics from the Litorina Sea.

Such relics were first discovered by J. G. ANDERSSON [5], who investigated the fauna of the deepest parts of the Baltic, the limited deep holes north-east of Bornholm and east of Gotland. In these holes, which are 30—300 m. deeper than the surroundings, the percentage of oxygen is very small and the water colder and saltier, as it never or rarely becomes changed by the bottom-current of the sea. Besides other animals also living in other parts of the Baltic, there were found in these holes three ostracodes, not known before in the Baltic fauna, viz. *Bythocythere simplex*

NORM., *Cythere limicola* NORM., and *Cythere tuberculata* SARS, which also live at the west coast of Sweden. Their occurrence in the Baltic might be explained by presuming that they have belonged to the fauna of the Litorina Sea, and when this retreated, they were left in these holes, where the relatively high salinity and the constant conditions of the water made it possible for them to live. All three are arctic forms, it is true, but they cannot be considered as arctic relics, as they could not have survived the fresh-water time of the Baltic.

To this group EKMAN [7] also refers *Eurytemora velox* LILLJ., which besides in the large lakes Vänern and Mälaren, lives in a great number of minor lakes in Uppland, Södermanland, Skåne, and Blekinge. It is otherwise a marine form, whose proper abode is the warmer seas in the south, a fact which excludes the possibility of its being an arctic marine relic. It is also found in the Baltic. All the lakes where it is found within the Baltic basin lie below the highest level of the sea as well as below the shore-line of the Litorina Sea.

### Land-animal Relics.

As is already mentioned, there are in the Swedish fauna also some land-animals which live in scattered localities isolated from their real habitat. But while we can say that most of the before mentioned water-animals are rather so called »transgression relics» than real climatic ones, these land-animals have been considered as belonging to the latter category and are thus comparable to the relics in the flora. The position of these relics is more disputed than that of the water-animal relics, for the opinions about the postglacial changes in the climate are still very different, as is well known. The occurrence of these land-animals might be due also to other than climatic conditions, viz. the influence of man and the competition between the different species.

Some butterflies and some molluscs have been considered as relics belonging to land-animal relics. Already 1886 some Lappland butterflies of the genus *Oeneis* were found in Ingarön in the archipelago of Stockholm (HOLMGREN 11). The geological consequences of this discovery have been discussed more closely by WAHLGREN [40] in a paper of 1909. He holds forth as his opinion that among the butterflies there occur glacial relics as well as pseudo-relics or pseudo-glacial relics, as the latter have also been called. To the first group he counts especially two: *Colias palæno* LIN. and *Argynnis pales* W. V. The proper habitat of these in Sweden is the mountain region, but they are both found also in scattered localities in the south and central parts of the country, especially on fens where the latter occur in the relic form *arsilache* ESP. These two species live also in the Alps, but are generally missing in the lowlands of central Europe. Probably they immigrated from the south, and in their

isolated localities south of the mountain region, they seem to be relics from the glacial time. WAHLGREN considers the above mentioned butterflies in Ingarön and some other species to be pseudo-glacial relics. These are: *Oeneis norma* THBG, *Oeneis jutta* HÜBN., *Argynnis freja* THBG, and *Argynnis apherape* HÜBN. var. *ossianus*. They are generally typical northern forms, living in the northern parts of Scandinavia. The species of the genus *Oeneis* are as relics found in the archipelago of Stockholm, as mentioned above, and the two belonging to the genus *Argynnis* in the Kolmården, and *Argynnis apherape* var. *ossianus* also on a fen in Uppland. All these species have outside Scandinavia a decidedly easterly distribution; they occur in Russia and in Central Asia, but not in Central Europe or in the Alps. According to WAHLGREN their immigration to Scandinavia must, thus, be considered as having taken place from the north-east and not from the south. Especially this circumstance and also the fact that in Sweden they occur in localities, which up to a relatively late time were situated below the level of the sea, speak against the probability of their being glacial relics. WAHLGREN therefore believes that they are relics from a later deterioration in climate during which they were spread further south than nowadays, and he considers them to be comparable to the northern *Salix* species occurring in north Uppland, and which by SERNANDER are called »subatlantic glacial relics». But, perhaps, these butterflies might just as well be interpreted as »advance guards» of a beginning spreading.

The question of relic molluscs and the conclusions about the post-glacial changes of climate that may be drawn from their occurrences and from the finds of fossil molluscs have been treated by HÄGG [12] in 1908. He has given informations about the present and the former distribution of a great number of molluscs, chiefly land-gasteropodes. He is of the opinion that several southern species, which during former epochs were spread much further north than now, have left relics from this former distribution, now isolated from their proper habitat. He comes to the conclusion that the spreading of these molluscs towards the north must have taken place during a time when the climate was warmer than now. In accordance with the postglacial climatic periods of BLYTT-SERNANDER, HÄGG distinguishes southern relics from all the three periods during which the climate was supposed to have been warmer than now, viz. »boreal», »atlantic» and »subboreal» relics. Most of the localities where these relics are found are in Jämtland, but some also occur in other provinces. The present northern boundary of these molluscs is generally in south or central Sweden. According to A. C. JOHANSEN [15] it is only the summer temperature that influences the distribution of the molluscs. As a further proof of a higher summer temperature during the times when these molluscs had their greater distribution, HÄGG states that their present northern boundary in Europe and Sibiria shows a decided displacement towards north-east, or, in other words, follows rather closely the July isotherm.

The relic character of these molluscs in their northern localities has been doubted, and it has been supposed that some of these occurrences perhaps ought to be interpreted sooner as sporadic than as relic ones and, further, that the mollusc-fauna is a yet comparatively little known, so that several species seem to occur more scattered than what is really the case.

Quite recently HÄGG [13] has reported that northern molluscs have been found in the southern parts of Sweden, and these molluscs he interprets as northern relics.

---

The occurrence of relics has — as we know — been considered to have its greatest importance through the connection which it has had with the Quaternary changes of climate, a connection which has perhaps often been to strongly accentuated. Several scientists have in later times called the attention to the necessity of a more careful use of the term of »relics». Especially there can be supposed that the areas of distribution of the animals, as well as of the plants, are dependent of many other factors than the climate, and that the isolated occurrences outside the more continuous areas occupied by many species are more conditioned by edaphic factors and concurrence than by the direct climatic influence. If this is true, it will also be evident that the changes of climate cannot be measured with any accuracy by changes in the distribution of one or another species. As has been called attention to by GUNNAR ANDERSSON [4] and others, a rich material, gained from various species living under different conditions, must be at disposal to enable us to draw valuable conclusions regarding changes of climate.

---

## Literature

referred to in this paper.

1. G. ADLERZ. *Phoca groenlandica* i Litorina-aflagring. Geol. Fören. Förh. Bd 28. 1906.
2. G. ANDERSSON. Den centraljämtska issjön. Ymer 1897.
3. ——. Rudolf Lundberg: Om svenska insjöfiskarnas utbredning. Ymer 1900.
4. ——. The Climate of Sweden in the Late-Quaternary Period. Sveriges Geol. Undersöknings Årsbok 1909 N:o 1.
5. J. G. ANDERSSON. Ett bidrag till Östersjöns djurgeografi. Ymer 1901.
6. R. CREDNER. Die Reliktenscen. Ergänzungsh. N:o 86 zu Petermanns Mitteilungen. 1887—1888
7. SVEN EKMAN. Über das Crustaceenplankton des Ekoln (Mälaren) und über verschiedene Kategorien von marinen Relikten in schwedischen Binnenseen. Zoologiska Studier tillägnade prof. T. Tullberg. Uppsala 1907.



8. G. DE GEER. Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. Stockholm 1896.
9. J. A. GRIEG. Naar indvandrede røien i indsjøerne i det sydlige Norge? Naturen 1908.
10. N. VON HOFSTEN. Planaria alpina im nordschwedischen Hochgebirge. Arkiv för zoologi. Bd 4. Stockholm 1908.
11. E. HOLMGREN. Lepidopterologiska iakttagelser i Stockholms omgifningar. Entomol. Tidskr. 1886.
12. R. HÄGG. Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden als Beweise für wärmeres Klima während der Quatärzeit. Bull. of Geol. Instit. of Upsala, Vol. 8. 1908.
13. ——. Über relikte und fossile Binnenmollusken in Schweden. Bull. of Geol. Instit. of Upsala. Vol. 9. 1910.
14. A. G. HÖGBOM. Norrland, naturbeskrifning. Uppsala 1906.
15. A. C. JOHANSEN. Om den fossile kvartäre Molluskfauna i Danmark og dens Relationer til Forandringer i Klimatet. Diss. København 1904.
16. ——. Om brugen af Betegnelsen »Relikt» i Naturhistorien. Medd. fra Dansk. geol. For. N:o 14. 1903.
17. K. M. LEVANDER. Om några möjligen relikta organismer i Finska och Bottniska viken. Medd. af Soc. pro fauna et flora Fennica. Häft 24. 1897—98 (1900).
18. W. LILLJEBORG. Om hvalben funna i jorden på Gräsön i Roslagen i Sverige. Forh. ved de Skand. Naturforskarnes 8:e möde i København 1860. København 1861.
19. ——. Sveriges och Norges fiskar. Stockholm 1891.
20. S. LOVÉN. Om några i Wetteren och Wenern funna Crustaceer. K. Svenska Vet. Akad. Förh. Öfversikt, Vol. 18. 1861.
21. ——. Till frågan om Ishafsfaunans fordna utsträckning öfver en del af Nordens fastland. Ibid. Vol. 19. 1862.
22. ——. Om Östersjön. Förh. vid de Skand. naturforskarnes 9:e möte i Stockholm 1863. Stockholm 1865.
23. R. LUNDBERG. Om Svenska insjöfiskarnas utbredning. Medd. från K. Landtbruksstyrelsen. N:o 10 för år 1899 (N:o 58).
24. E. LÖNNBERG. Undersökningar rörande Öresunds djurlif. Medd. från K. Landtbruksstyrelsen. N:o 1 för år 1898 (N:o 43).
25. ——. Om de i Östersjön förekommande själhundsarterna och deras kännetecken. Sv. Fiskeri Tidskr. Årg. 7. Stockholm 1898.
26. ——. Bidrag till kännedomen om hafsdjurens utbredning uppåt Bottenhafvet. Ibid. Årg. 11. Stockholm 1903.
27. ——. Hornsimpa i Mälaren. Ibid. Årg. 12. Stockholm 1903.
28. H. MUNTHE. Preliminary report on the Physical Geography of the Litorina-Sea. Bull. of Geol. Instit. of Upsala. Vol. 2. 1904.
29. ——. Om fyndet af gräsäl i Ancyclusleran vid Skattmansö i Uppland. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd 17. 1895.
30. A. G. NATHORST. Om en fossilförande leraflagring vid Skattmansö i Uppland. Ibid. Bd 15. 1893.
31. ——. Nya fynd i ancyclusleran vid Skattmansö i Uppland. Ibid. Bd 17. 1895.
32. O. NORDQVIST. Om förekomsten af Ishafscrustaceer i mellersta Finlands sjöar. Medd. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica. Häft 11. 1884.
33. ——. Bidrag till kännedomen om Ladoga sjös crustacefauna. Ibid. Häft 14. 1886.
34. ——. Bidrag till kännedomen om Bottniska vikens och norra Östersjöns evertebratfauna. Ibid. Häft 17. 1890.
35. ——. Some biological reasons for the present distribution of fresh-water fish in Finland. Fennia, Vol. 20. 1908.
36. M. SAMTER und W. WELTNER. Biologische Eigentümlichkeiten der Mysis relicta, Pallasiaella quadrispinosa und Pontoporeia affinis, erklärt aus ihrer eiszeitlichen Entstehung. Zool. Anzeiger, 27. 1904.

37. M. SAMTER. Die geographische Verbreitung von *Mysis relicta*, *Pallasiella quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis* in Deutschland als Erklärungsversuch ihrer Herkunft. Anh. zu d. Abhand. K. Preuss. Akad. Wiss. 1905.
  38. G. O. SARS. Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. 1:re livraison. Les Malacostracés. Christiania 1867.
  39. ——. An account of the Crustacea of Norway. 1895—1902.
  40. E. WAHLGREN. Glaciala relikter och pseudorelikter bland våra dagfjärilar. Fauna och Flora, 1909.
  41. C. WESENBERG-LUND. Sur l'existence d'une faune relicte dans le lac de Furesö. Overs. K. Danske Vidensk. Selsk. Forh. 1902.
  42. ——. Om en nulevende i vore Søer indelukket arktisk Istidsfauna. Geogr. Tidskr. 17 Bind. København 1904.
  43. F. ZSCHOKKE. Die Beziehungen der mitteleuropäischen Tierwelt zur Eiszeit. Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. 1908. Leipzig 1908.
-

# IO. On relics in the Swedish Flora.

By

Elsa Warburg.

---

## Contents.

*Introduction.*

*History.*

*Glacial relics.*

*Sub-glacial relics.*

*Pseudo-glacial relics.*

*Relics from the advance of southern plants towards the N.*

*Relics from the advance of southwestern plants towards the E.*

*Relics from the advance of southeastern plants towards the W.*

*Relics in the interior of the country from a once greater extension of the sea.*

*Concluding remarks.*

## Introduction.

This paper is meant to be a summary of our present knowledge about the occurrence of relics in the Swedish flora, based upon the works of several scientists, chiefly those of RUTGER SERNANDER and GUNNAR ANDERSSON.

With a *relic plant* is meant such a one that, owing to special favourable conditions has been able to remain in one or several scattered localities in a tract, where the flora to which the named plant properly belongs has once lived, but where it no more, owing to climatic or other conditions, is able to thrive.

It is of course difficult to know whether a more or less isolated plant occurrence really is a relic one or if it is in spreading. According to

SERNANDER [46] the »relics occur in closed formations or old colonies of a constant nature, the new-comers in recently formed colonies and in young plant formations». In the special cases the opinions of the different scientists are however very disagreeing, and several of the »relics» which will be described in the following are really rather problematic as such.

However, when connected with the results got from other researches (the investigations of peat-bogs etc.), a great number of such plant occurrences seems to tell us much about the climate of former times and about the late- and post-glacial history of the flora. As is well known, the opinions about the climatic conditions during the post-glacial time are very disagreeing.

SERNANDER who, like BLYTT [9], considers that the occurrences of stool-layers in the peat-bogs and the present distribution of the flora show that there during the post-glacial time have been epochs with alternating insular and continental climate, has in a recently published scheme made a correlation between this climatic development, the post-glacial history of the Baltic, and the archeological and phyto-geographical development in South Sweden [49]. Referring to this paper I will use the same terminology for the epochs.

Several other investigators agree pretty well with SERNANDER, but others again, who like GUNNAR ANDERSSON, HOLMBOE, and WARMING [22, 50] do not think that the stools show anything about the climate conditions, have, in many cases, come to rather different conclusions.

GUNNAR ANDERSSON [2, 4, 5] considers that at the end of the late-glacial time the climate became better and better until the warmth reached its maximum during the later part of the Ancyclus age and the beginning of the Litorina age. Then the temperature sank again and this deterioration in climate is still going on. During the warmest epoch the time of vegetation was considerably longer than now and with about 2.5° C. mean temperature higher, while the winters were presumably about the same as now. According to the same author, the climate during the later part of the Ancyclus age was, at least in E. Sweden, drier than the present, whereas the following part of the Litorina age was wetter than our time. (As to other opinions about the post-glacial climate see the works referred to at p. 169.)

The oldest fossil plants found in peat-bogs and other post-glacial deposits are in South and Central Sweden some species belonging to the *Dryas* flora, which flora in the present time is otherwise found chiefly in the arctic tracts and up in the high mountains. As representatives for these there might be named, except *Dryas octopetala* itself, some small mountain-willows; *Salix polaris*, *S. herbacea* and *S. reticulata*, the Black Bearberry (*Arctostaphylos alpina*), and the Dwarf Birch (*Betula nana*), and further some less pronounced mountain-plants, as *Polygonum viviparum* and *Salix phylicifolia*.

In the earlier part of the Ancyclus age *Betula odorata* and *Populus tremula* arrive, and together with them also some other subarctic plants. Somewhat later the pine-flora immigrates, and at the end of this epoch also the oak-flora. This latter has its widest distribution during the first part of the Litorina time (compare p. 157), and during this time also the beech and the *Ilex* floras arrive, the former from S. and the latter from SW. Later on the spruce immigrates from the east.

It is only in the southern and the central parts of the country that our peat-bogs have a *Dryas* zone, in Norrland, on the other hand, the lowest zone is always composed of species belonging to the pine flora, as the melting of the ice there took such a long time that the *Dryas* flora in S. Sweden had given way to the pine flora, and this latter thus formed the first vegetation which covered the country after the ice had melted. It is possible that the arctic flora which during the Ice age lived in Central Europe and that afterwards followed the border of the melting ice, never reached our mountains, and that most of our alpine plants have come from N. Russia or N. Siberia, the Polar-tracts, and the northern and northwestern coasts of Norway, where an arctic flora is supposed to have lived also during the last glacial time, these coast region not being reached by the landice. For this speaks the fact that our most diversified alpine flora is found in the northern parts of the country and not in our southern mountains in Jämtland and Herjedalen, where the same ought to have been found, if the plants had wandered from the south.

### History.

Already ELIAS FRIES [14] mentioned the fact that the oak and some other deciduous trees once were more common in our flora than what they now are. This was the case also with some of the herbs which generally accompany the named trees and with several other plants. He says (l. c. p. 104) »Several of our most common plants, such as *Vicia pisiformis*, *V. dumetorum*, *Stipa*, *Betonica*, *Elymus europæus* a. o., which still live in few individuals on scattered localities or at one special place, are remains of this former vegetation, and, probably, they are on the road to be ruined as *Trapa*, *Xanthium*, *Ilex* a. o. during the last 50 years». He regards these changes in the vegetation as being chiefly due to the influence of man, the grazing of cattle etc. and continues: »Whether the changes in climate have any part in this, we have no sure facts to be able to decide. It is said, indeed, that great tree-trunks occur on the Norwegian mountains high above the present tree-limit; but this is ascribed to the successive arising of the land.» And further on (p. 114): »If the nature restores to its original liberty, we hardly hesitate that the past vegetation will appear again as *Pyrolæ* in Danmark, e. g. *Trapa* in those lakes where one has destroyed her by the sweeping with a seine.»

The first Swedish author who really has described these isolated plant-occurrences as climatic relics is F. W. C. ARESCHOUG [6], although he has not used the term relic. He mentions several of these plants (partly arctic or alpine, partly more southern species), which are found on isolated localities and which »form rears, so to speak, of a vegetation, which formerly has prevailed in that tract, where they now appear quite isolated on such spots, where local conditions in some degree balance the otherwise unfavourable changes in climate» etc. [6, p. 5].

He gives several examples of such arctic and alpine plants both from the south of Sweden, from Denmark, Finland, and from Germany. About the epoch when these southern plants immigrated he says that »coming researches may decide whether the climate during this time, was not milder than now and if not several of the plants and animals that immigrated during this epoch have died out or become restricted to especially favourable spots through this change in the climate, e. g. *Emys*, *Trapa natans* L., *Accr campestris* L., *Ilex aquifolium* L., *Erucastrum Pollichii* SCH. and SP. a. o.»

At about the same time OSWALD HEER [20] has expressed the same opinion as ARESCHOUG about the occurrence of alpine plants in the lowland of Switzerland. He says (p. 168) »Chose singulière, des marais tourbeaux de la plaine comptent quelques plantes des Alpes et leur ont offert une station dans laquelle elles ont pu se maintenir. Nous y remontrons entre autre l'Ail civette, l'Airelle des tourbières (*Vaccinium uliginosum*) et la Linaigrette des Alpes (*Eriophorum alpinum*)».

He considers that during the Ice age the flora of the lowland was like the present one in the high mountains, and although there have not been found fossil plants in the moraine, »un autre document important affirme l'existence de la flore des Alpes dans la plaine et ce document, ce sont précisément ces colonies déjà signalées de plantes alpines dans notre canton».

HEER considers that, during the Ice age the flora of the arctic North and the flora of the Alps became mingled with each other on the European lowland and, as a prove of this assumption, he regards the fact that »La Suisse possède aujourd'hui environ 360 espèces de plantes alpines, parmi lesquelles 158 espèces, à peu près la moitié, appartiennent à la flore arctique, et parmi nos colons alpins 42 peuvent être assimilés à ces habitants du nord».

Still earlier SVEN LOVÉN had pointed out that some arctic animals lived in some of the Swedish lakes as relics from the late-glacial sea [29].

Since then the question about the occurrence and the origin of relics (in this case the plant-relics) has been studied by several scientists (NATHORST, GUNNAR ANDERSSON, SERNANDER a. o.) and is still one of the leading subjects in the modern phyto-geography.

### Glacial relics.

Some of the plants which immigrated with the *Dryas* and the birch floras are still living over nearly the whole of Scandinavia; some occur only in the mountains or in the northernmost parts of the country; a third part again has its proper habitat in the mountains or in the arctic tracts, but some species are also found on isolated spots in other parts of the country, as relics.

Some localities are more than others suited to maintain a relic flora. Such are e. g. the limestone-fields, which after their chief localities on Öland, generally are called the »Alfvars». The limestones which form the substratum of the »Alfvars» are uncovered or only covered with a thin layer of soil, and the plants living there have been especially adapted to the prevailing natural conditions and are thus not so easily displaced by other new-comers and, further, these natural conditions of the »Alfvar steppes» can be said to be somewhat corresponding to those of the alpine heath (compare p. 164). Besides on Öland, Alfvar formations are found on Gotland and also, in a minor scale, in Wästergötland [53].

The real alpine plants occurring in the »Alfvar vegetation» seem, for the most part, to be veritable glacial relics from the first flora that after the Ice age immigrated in the country, as it in consequence of the special circumstances, just mentioned, is rather likely that they have been able to remain there since that time, and, further, their occurrence together in localities which are very isolated from their proper arctic-alpine habitats speaks for an immigration under conditions favourable for a continuous glacial flora.

Among the typical glacial relics occurring in the »Alfvar» formations there are some lichens such as *Cetraria cucullata* and *C. nivalis*, *Thamnia vermicularis*, and *Lecidea decipiens*, and mosses e. g. *Amblystegium turgescens*, *Clevea hyalina*, and *Hylocomium rugosum*, and of phanerogams: *Poa alpina*, *Allium schænoprasum*, and *Viscaria alpina*. The last named plant occurs on Öland in the dwarf-form *petræa*, and *Poa alpina* both on Öland and Gotland in the small »Alfvar» form *nodosa* [53, 42].

Both *Poa* and *Allium* are, however, found at several other places in the south of Sweden. *Allium* is e. g. rather common on rocks near to the sea and is perhaps not to be considered as a relic.

Other localities where several northern plants occur which are probably also to be regarded as true glacial relics are peat-bogs and marshes. On Gotland occur on such places e. g. *Bartsia alpina*, *Pinguicula alpina*, and *Equisetum tenellum*. *Bartsia* also occurs on scattered spots in Wäster- and Östergötland and also, of course, as all the plants under consideration, in Norrland [42, 45].

JOHANSSON [26] enumerates 11 such northern relics from Gotland, viz., besides the three just mentioned, *Euphrasia salsiburgensis*, *Cornus*

*suecica*, *Batrachium confervoides*, *Cochlearia danica*, *Draba incana*, *Oxytropis campestris*, *Rumex domesticus*, and *Poa alpina*. With the exception of *Cornus suecica*, *Batrachium confervoides*, and *Cochlearia danica*, these plants are also found in the mountains of Central Europe. »It is however obvious that on Gotland these plants form relics from a glacial flora, which after the Ice age wandered from the plain in a chiefly northerly direction» [26].

Also in crevices in the rocks several glacial relics are found e. g. *Cerastium alpinum* on Hunneberg in Wästergötland. Another glacial relic occurring in the same province is *Saussurea alpina* [45]. Of other plants considered to belong to this category *Asplenium viride* and *Echinopspermum deflexum* at Taberg in Småland might be mentioned.

At the sea-shore where the waves and the wind prevent the forming of a closed vegetation several northern plants are found, as, besides the just mentioned, *Equisetum tenellum* and *Cochlearia danica*, and further *Stenhammaria maritima*, *Juncus balticus*, and *Ammodenia peploides*.

These plants might have arrived already during the time of the Glacial Sea or early during the Ancylus age and afterwards they have followed the shore-line by the successive wandering of the same. Thus, they are at all events not relics exactly on those places where they are now found. It is however quite possible that they can have immigrated occasionally to these localities and that they, thus, in no way can be regarded as relics.

The glacial flora became afterwards scattered by the birch and pine floras, but elements of the same, no doubt, formed an essential part of the vegetation during the following time. *Bartsia* and *Pinguicula*, as well as *Equisetum*, are found living on marshes situated considerably lower than the highest level of the Litorina sea (42). This seems to indicate that these plants were able not only to stay at their original localities but also to spread under climatic conditions quite unlike those prevailing during their first immigration. However, these plants, as well as some of the arctic plants immigrated from N. Russia, the Polartracts or NW. Norway, which plants are now found on isolated spots in Norrland, might perhaps not be relics but be recently spread in later time [7].<sup>1</sup>

The contribution which the glacial flora has given to the present vegetation of our lowland does not, as is well known, consist only of these scattered relics, but a good deal of our most common plants, occurring both on the lowland and in the mountain tracts, might descend from this flora, although only a few of them are found in the fossiliferous deposits from the late-glacial or the first part of the post-glacial time. *Arctostaphylos uva ursi*, *Hippuris vulgaris*, *Myrtillus uliginosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Polygonum viviparum*, a. o. have been found as fossils. Among those

---

<sup>1</sup> Likewise, it can be suggested that several alpine plants living in the lowlands of Switzerland are not relics from the late glacial time, but have migrated downwards later on.



which are not found as fossils might be mentioned *Achillea millefolium*, *Deschampsia cespitosa*, *Caltha palustris*, and *Galium boreale*.

### Sub-glacial relics.

The birch-aspen- and the pine floras were in their turn, at least in the south parts of the country, scattered by the still later immigrated oak flora, and of the first named floras relics seem to have been left. As such e. g. *Astragalus penduliflorus* (*Phaca alpina*), *Phyteuma nigrum*, and *Galium triflorum* have been considered (12, 13). *Astragalus* and *Phyteuma* occur also in central Europe, but there generally higher up in the mountains.

WILLE [51] has treated the distribution of *Astragalus penduliflorus*, *Campanula barbata*, and some other plants with isolated occurrences in Norway and Sweden, and he does not believe that they are relics, but that they are recently and generally quite accidentally spread.

It is well known that in our days the pine does not live in the S. and SW. parts of our country. That it formerly lived there, as well as in Denmark is, however, shown by several finds in the peat-bogs, and S. and SW. of its normal boundary the named tree lives on some isolated spots, and here and there »degenerated» pine forests occur as »clear and typical» relics [4, 5].

### Pseudo-glacial relics.

Except the real glacial relics, there are found some alpine (or sub-alpine) plants isolated in localities, where they for some reason or other cannot be interpreted as relics from the arctic time. These plants, which have been called pseudo-glacial relics or glacial pseudo-relics (2, 5, 32, 43) must have come to these places during some later time.

*Atlantic pseudo-glacial relics* [43, 44]. In the N. of Scandinavia at several places, e. g. at the shores of brooks and rivers as far down as 400—500 m. above the sea, there occur colonies of typical mountain plants such as *Alchemilla alpina*, *Andromeda hypnoides*, *Bartsia alpina*, *Phyllo-doce cœrulea*, *Salix herbacea*, *Cerastium alpinum*, *Oxyria digyna*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga aizoides*, *S. oppositifolia*, and *Solorina crocea*.

On fens and swamps situated 300—400 m above the sea are found, near Östersund, *Salix reticulata*, *Primula stricta*, *Thalictrum alpinum*, *Tofieldia palustris*, and *Bartsia alpina* together with some other northern, if not really arctic plants [34].

In the heaths, on the mountain-steeps, and in their fissures arctic plants are also found far below their normal occurrences. In the first named localities occur e. g. *Asalca procumbens* and *Arctostaphylos alpina*,

and at dry places near Östersund: *Sibbaldia procumbens*, *Phyllodoce cærulea*, *Azalea procumbens*, *Draba hirta*, *Viscaria alpina*, and many others.

Even the *Dryas*-formation has sent some outposts down in the region of the fir-forest. SERNANDER mentions the following plants living together on a small area of about 1 m<sup>2</sup>: *Arctostaphylos alpina*, *Azalea procumbens*, *Betula nana*, *Carex capillaris*, *Dicranum* sp., *Dryas octopetala*, *Empetrum nigrum*, *Grimmia* sp., *Hylocomium proliferum*, *Myrtillus nigra*, *Pedicularis lapponica*, *Pinguicula vulgaris*, *Polygonum viviparum*, *Salix reticulata*, *Saxifraga oppositifolia*, *Silene acaulis*, *Thalictrum alpinum*, *Tofieldia palustris*, *Vaccinium Vitis idæa* [44].

That these outposts should be relics from the first flora, which after the Ice age covered the country, does not seem very likely, although this presumption perhaps is the one nearest at hand, and such an opinion has also earlier been expressed [30].

SERNANDER turns against this hypothesis and points out that the plants under consideration ought to be considerably more scattered, than what they are, if they had been subject to the competition with the later immigrated floras for such a long time. In several of these colonies it is just the »glacial» relics, which play the principal part both as to the richness in individuals and in species [43 p. 196].

Nor does SERNANDER think that these plants have spread recently, for instance by the rivers directly from the alpine or subalpine regions. Sometimes, when they live near the corresponding formations in the mountains, this might have been the case, but when these outposts are found at great distances from the nearest high mountains, it does not seem very probable that several different species would have been able to meet in these colonies. There is another fact, that seems to speak against such a presumption and that is the circumstance that these outposts do not belong to those species, which in the corresponding formations in the mountains are the most common, some of them, on the contrary, occurring there relatively sparsely.

About the occurrences of plants belonging to the *Dryas*-formation SERNANDER says [44, p. 14]: »This formation with its richness in characteristic constituents can hardly have been accidentally formed anew only at a couple of limited places down in the region of the fir-forest. Besides, in such case almost the half of the phanerogamous constituents would have wandered down from the alpine and subalpine regions and met each other on these small spots, in as much as they do not occur in the neighbourhood. One must suppose that the formation once formerly was more common and has now been driven aside to a few isolated places. The outposts—*Arabis alpina*, *Arctostaphylos alpina*, *Astragalus alpinus*, *Azalea procumbens*, *Dryas octopetala*, *Pedicularis lapponica*, *Phyllodoce cærulea*, *Salix reticulata*, *Silene acaulis* — would thus be relics as the whole formation.»

SERNANDER considers these plants as relics from the »atlantic» time (44, p. 162).

Except in the mountain regions these plants are found also on lower levels, namely at the W. coast of Norway. As far to the south as in the neighbourhood of Bergen *Salix herbacea*, *Bartsia alpina*, *Rhodiola rosea* and other alpine plants commonly occur right down to the sea.

The elm lives at the Norwegian coast as far as to 67° N, and its northern boundary in Sweden goes much further to the south. But the elm is found as fossil or as relic rather far N. in our country and, what is here of greatest interest, together with the elm there occur sometimes also mountain plants, e. g. *Viola biflora*, *Cerastium alpinum*, *Dryas*, a. o. that are common at the Norwegian coast. Also together with some other species which in Sweden live at lower latitudes these alpine plants are found [16, 24, 44].

It seems possible that during a maritime climate, like the climate at the W coast of Norway, these alpine plants could have spread far beyond their present boundaries towards the E. and that the elm might have crossed the mountain passes from the W. There is reason to believe that at the same time several plants from central Sweden migrated towards the N. a good way beyond their present N. boundary (see below).

During the latest part of the Ancylus time the climate became more and more dry, the »boreal» period of BLYTT and SERNANDER [9, 49, a. o.], but during the following »atlantic» time, the climate is supposed to have been mild and damp as now at the W. coast of Norway, and it is during this time that the southern plants would have spread far to the N. and the western alpine ones down into the region of the fir-forest. Also some paleontological reasons speak for that. At several places in the lowlands of Norrland calcareous tufas occur, which by SERNANDER are regarded as being of atlantic age, and these tufas contain remnants of an mountain flora e. g. *Dryas octopetala*, *Salix reticulata*, and *S. herbacea* together with remnants of pine and other plants belonging to the flora of the lowland.

Also on other places than in Norrland atlantic pseudo-glacial relics occur, according to SERNANDER [43]. On scattered spots e. g. in Bohuslän *Alchemilla alpina* and *Rhodiola rosea* are found. Both these plants are rather common at the Norwegian coast and might have spread from there during a time when the climates at these places were more like each other than now. That these plants cannot be real glacial relics, at least at some of their present localities, is shown by the fact that these localities are situated below the highest level of the Litorina sea. Very likely also the *Ilex* flora arrived to these tracts during the atlantic time, and during a later change in the climate the plants of both these categories became scattered.

Another peculiarity which probably might be put in connection with this epoch is the circumstance that the mountains and the coast tracts in Norrland have several common species, which are wanting in other parts

of the country [10, 24]. It is very likely that these plants were spread over the whole of Norrland during the atlantic time, but later on became displaced by others, which immigrated during different geographical and climatic conditions. In some cases the plants occurring in the mountains are not quite the same, although very nearly related to those found at the coast. It is possible that they have varied differently because of different conditions of life, since the time when they occurred more mixed with each other. As examples of such plants might be mentioned: *Stellaria crassifolia* with the variety *subalpina* in the mountains, and among water-plants *Potamogeton filiformis* by the sea and *v. alpinus* in the mountains. Really common for both places are e. g. *Woodsia hyperborea* and *Fucus balticus*. *Hippophaë rhamnoides* might also belong to this category, although now in Norrland only living at the coast, but as fossil the plant is found in the interior of the country in calcareous tufas, the other fossil remains of which are supposed to be of atlantic age [44]. This plant occurs rather commonly at the Norwegian coast and is also found in the interior of the country 450 m above the sea. It, thus, seems very likely that there formerly has been a communication between the now separated areas [10, 22, 44]. With regard to the eastern occurrences at the Botnian Gulf, there is, however, to be noted that they cannot be regarded as relics in a proper sense, in as much as the plants must have wandered outwards during the land rising, successively occupying the outermost border of the coast, just as has in the foregoing been remarked about some other coast plants (p. 151). Really, the coast-border below the high water level offers retreats for these plants, not only because of the maritime climate, but also because the competition with the dominating vegetation there is less keen [24].

About the relic character of the atlantic plants now treated, some authors, however, have expressed opinions which differ from the views of SERNANDER. According to BIRGER [7] these plants might have begun to spread, when, after the post-glacial temperature-maximum, the warmth decreased again. This deterioration in temperature and the spreading of mountain plants seem still to continue (according to him).

HAMBERG does not either agree with SERNANDER, but thinks that »the occurrence of pseudo-glacial relics is to be explained in some other way, for instance as depending on the capability of the mountain plants to thrive in warmer tracts on damper ground» [18].

N. WILLE and JENS HOLMBOE [52], who have studied the occurrence of *Dryas octopetala* at Langesand, have come to the conclusion that *Dryas* there probably has spread during the latest 100 years. On some places *Dryas* was found together with *Corylus avellana*, *Anemone nemorosa*, and *Angelica silvestris* and »Die Fundorte sind überall sonnig und offen gegen Osten und Südosten; nur wenige Exemplare wachsen an Orten mit nördlicher Exposition». Relics ought to have been able to stay on the S. sides, not on the W. and NW. ones. WILLE and HOLMBOE seem to be

inclined to think that the distribution of mountain plants on the lowland generally might depend upon »die klimatischen Verhältnisse und die Verbreitungsmittel der Gegenwart» [52].

HEINTZE turns also against the theory on »atlantic relics». As mountain plants are found at the coast, coast-plants are found in the mountains (he mentions *Armeria elongata* v. *sibirica* and *Elymus arenarius*) and »everything indicates that we here have to do with local causes, no climatic ones of general application» [21].

*Sub-atlantic pseudo-glacial relics.* There is another group of s. c. pseudo-glacial relics that we will now consider.

On a peat-bog in Nerike in a *sphagnetum myrtillosum* with much *Ledum palustre* there live, according to SERNANDER [43], *Betula nana* and *B. intermedia* (*B. nana* × *B. odorata*). The bog is situated only 40 m above the sea. *Salix lapponum* has also an isolated occurrence on swamps about 32 m above the sea [43].

In Upland, the greatest part of which landscape was covered by the Litorina sea, there are found on fens, bogs and the like, situated beneath the highest level of this sea several arctic or subarctic plants: *Salix lapponum*, *S. hastata*, *S. phylicifolia*, *Sceptrum Carolinum*, *Carex microstachya*, *C. helconastes*, a. o. [39, 43, 47].

On the Tunåsen near Upsala there live some northerly lichens: *Cetraria cucullata* and *C. nivalis*, and further *Pulsatilla vernalis* which perhaps might be named in this connection [47].

On similar localities on Gotland one has found e. g. *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*, *Eriophorum alpinum*, *E. vaginatum* and several other northerly plants [42].

That these plants cannot be real glacial relics from the time of the Glacial Sea or the beginning of the Ancyclus time is shown already by the fact that all these localities are situated beneath the highest level of the Litorina sea and far from the coast of the named epochs. Nor does it seem likely that these plants would have spread as far as to Gotland during the warm and damp atlantic time. Besides, the Pardume träsk (their chief locality on this island) is situated on such a low level, that the warm and dry sub-boreal climate probably prevailed, when this lake became isolated from the Litorina sea. SERNANDER [42] thus considers that these plants have spread during the cold and damp sub-atlantic time (see p. 163). During this time the southern flora which prevailed in Norrland since the warmer climate was also (according to him) driven towards the south. This retreat certainly was much accelerated by the contemporaneous spreading of the spruce.

The alpine and subalpine flora which during this time migrated to central Sweden should have been forced northwards again when the climate towards our time became milder and the plants under consideration should then have been left as relics [43, 44, 48]. GUNNAR ANDERSSON and most of the other scientists who have dealt with these subjects

do not consider these plants to be relics. Contrary to SERNANDER, ANDERSSON thinks that the deterioration of the climate began already during the earliest time of the Litorina land-rising, and that the same is still going on [2, 4, 5]. WARMING [50] is also of another opinion than SERNANDER. He has described some similar occurrences of northern plants in Denmark and considers that these plants for the most part have immigrated lately across the Skagerack to Denmark, and continues (p. 79) »They deserve, no doubt, the name »Pseudorelikter» which NATHORST has introduced (B. N. 1895) for plants that at some places seem to be relics, but which must have come there in later times.»

### Relics from the advance of southern plants towards the north.

At the end of the Ancylus time and in the beginning of the Litorina time several plants advanced towards the north far beyond their present N. boundary.

This flora became scattered during the severe climate of the following time, but at several places far up in Norrland relics are left. According to SERNANDERS [48] opinions of late years this advance towards the north should chiefly have taken place during the subboreal time and the flora would have become scattered during the subatlantic time (compare 5 and p. 165).

This kind of relics is generally found at places which are more sheltered and more sunny than the surroundings in general. When one has removed these plants from their relic-locality to some other place, e. g. to a garden in the neighbourhood, they do not thrive and generally they die out very soon.

GUNNAR ANDERSSON has studied the spread of the hazel as fossil and as relic [3] and thereby mapped not less than 89 such relic-localities N. of the present climatic N. boundary of this shrub. These are comparatively few in the interior of the country, and do not there reach as far N. as nearer the coast. The hazel thus proves to be a decided coast plant also as a relic. According to the just mentioned author »*the period of vegetation at the time of the widest distribution of the hazel was 2.4° C. warmer than now*». This would be proved by the comparison of the occurrences of this shrub as relic and as fossil to its present normal distribution.

ANDERSSON divided these relic-localities into two chief groups: Mountain bases and Southerly slopes [3, p. 133].

1. *Mountain bases.* The upland parts of N. Sweden are very rich in steep hills and mountains and below the steep walls consisting of a hard rock there is generally a »talus» formation, between the blocks of which mould has gathered which because of the surrounding stones does not get dry. Especially at the boundary between the mountain wall and

this block-ground there is very much mould. This kind of ground does not generally become covered by a closed tree-vegetation, but among sparsely occurring fir-trees there live deciduous trees of different kinds and also a great many herbs. Localities of this kind turned towards the S. or the SE. play a great part for the retaining of southern relics. The reason why these plants can live here and not in the surroundings is that these localities serve almost as a kind of hot-beds, as the temperature here is considerably higher, these places being so well sheltered from all cold winds, and further the sun-rays falling nearly horizontally because of the inclination of the ground. Also the cold during the night is here less severe than in the valleys further down. And even during the winters the conditions here are very favourable as the snow which drifts together beneath the steeps hinders the refrigeration from becoming too strong or too rapid, and besides, when melting, waters the ground thoroughly.

It is only on such localities that the northernmost hazel relics are found. Except the hazel several other southern plants are found as relics at such mountain bases.

Already LINNÉ has described such a locality from Dalecarlia [27]. The same is later on described also by SAMUELSSON [38]. Of southern plants the following are here found: *Tilia ulmifolia*, *Acer platanoides*, *Hepatica triloba*, *Geranium robertianum*, *Arenaria trinervia*, *Astragalus glycyphyllos*, *Pyrola media*, *Polygonum officinale*, *Pteris aquilina*, *Ribes alpinum*, and *Verbascum thapsus*.

2. The *Southerly slopes* are not as the mountain bases limited from the surroundings, but consist of the most favourable localities in a hilly neighbourhood. They are generally rather sheltered from the wind, especially from the N. and richer in warmth and sun than the surroundings, and if there is also subsoil water enough these slopes can hold southern plants of different kinds, but it is comparably difficult for these latter to remain here, and the northernmost localities of this kind, where hazel relics are found, are situated 110 to 120 km S. of the northernmost occurrences of this shrub at mountain bases. One thing that makes it difficult for the plants to remain on these slopes is the interference of man, as these places are very suitable for cultivating. Also other relics are however found there, viz. *Tilia ulmifolia*, *Anemone nemorosa*, *Arenaria trinervia*, *Viola riviniana*, a. o., but generally the relic flora here is very poor, and sometimes only one solitary hazel shrub occurs [3].

Recently also the relic localities of *Ulmus montana* in Norrland has been studied and mapped by HOLMGREN [23]. *Ulmus* occurs as a relic chiefly on the same kind of localities as the hazel, but the former lives also here and there at the shores of brooks or on meadow-grounds and its relic boundury is not, according to the named author, a climatic boundary, but is to a great extent due to the competition with other species, chiefly the spruce. At several localities there live together with *Ulmus* some species which otherwise are very rare in these tracts, but in south

and central Sweden generally occur together with the named tree. Such are e. g. *Viola mirabilis*, *Arabis hirsuta*, *Stachys silvatica*, *Epilobium montanum*, *Rosa cinnamomea*, *Triticum caninum*, *Asperula odorata*, *Pteris aquilina*, a. o. [16, 23]. These plants probably belonged to the original *Ulmus* flora and are also to be considered as relics from a once wider distribution of the same. On some localities they occur without *Ulmus*, but possibly this tree once lived there, but has now died out.

Some of the western relic occurrences of *Ulmus* probably belonged to the Norwegian, not to the Swedish distribution area [23, 54].

About southern relics in the flora of Medelpad COLLINDER writes [11]. »As relics from the Litorina time or from the later part of the time of the pine, except the ones just mentioned, (*Corylus avellana*, *Ulmus montana* and *Alnus glutinosa*) the following might be considered. The ones marked with f are found as fossils within the landscape»:

<i>Gentiana baltica</i>	<i>Erythræa vulgaris</i>
<i>Solanum dulcamara</i> f.	<i>Tilia ulnifolia</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Peplis portula</i>
<i>Epipactis latifolia</i>	<i>Neottia nidus avis</i>
<i>Iris pseudacorus</i> f.	<i>Stratiotes aloides</i>
<i>Butomus umbellatus</i>	<i>Juncus Leersii</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Potamogeton acutifolius</i>
<i>Carex pseudocyperus</i> f.	<i>C. paradoxa</i>
<i>Polystichum thelypteris</i>	<i>Ophioglossum vulgatum</i> .

»Most of them occur sparsely and only on one locality each, *Gentiana baltica* and *Tilia ulnifolia* mostly occur in dwarfed specimens. *Butomus* does not bloom every year. *Corylus*, *Ceratophyllum*, and *Potamogeton acutifolius* propagate only in a vegetative way. The same is the case with *Tilia*, except perhaps on one locality where this species seems to be able to set reape fruits. The maple, on the other hand, is one of the most vigorous relics».

Also from most of the other Norrlandian provinces one could mention about as great a number of southern relics [8]; and they are found even in the northernmost parts of Sweden. SELIM BIRGER [7] mentions e. g. *Sagittaria sagittifolia* and *Butomus umbellatus* in Karesuando, more than 68° N. As these two species only seem to live on some solitary localities and, besides, only occur in sterile specimens, it seems very probable that they are true relics.

The scattered occurrences of pine-trees in the birch region and of birch-woods considerably above the present tree-limit in our high mountains have also been regarded as relics from this warmer time [15, 19]. The same is probably the case with other mountain plants generally living in the subalpine tracts, but also found higher up.



Also the great forests of deciduous trees, that during the boreal and, above all, during the atlantic time covered great parts of central Sweden, became more and more scattered as the spruce (and in the southern part of the country, the beech) gained ground. The deterioration in the climate made this invasion easier as the oak and the oak plants became less and less suited to resist the spruce in this struggle. The wood-meadows which still occur in central Sweden must be considered as relics from this greater distribution [39, 40]. Such a locality is described by SERNANDER as follows: »Der sydliche Abhang des Thales zeichnet sich durch einige Pflanzen aus: *Lactuca muralis* (L.), FRESEN, *Lonicera xylosteum* L., *Actæa spicata* L., welche für die Hainthälchen typisch sind und ausserdem in der durch die Invasion der Fichte entstandenen Pflanzengesellschaft oft übrig blieben. Diese Formen deute ich deshalb als *Relicten* desjenigen Hainthälchens, das vor der Ankunft der Fichte den Platz beherrschte. Eine andere ganz deutliche Relictpflanze ist die hier spärlich auftretende *Carex remota* L., die übrigens in ganz Nerike sehr selten ist» [40, p. 76]. Also another locality of this kind, described by the same author [39] from Nerike, might here be mentioned. This is a narrow valley, part of which is characterized by a rather peculiar vegetation. Here and there on the moistened mountain walls there grows a multitude of plants such as *Lactuca muralis*, *Viburnum opulus*, *Lonicera xylosteum*, *Lathraea squamaria*,<sup>1</sup> *Actæa spicata*, *Tilia ulmifolia*,<sup>1</sup> *Circæa alpina*, *Sorbus aucuparia*, *Orobus vernus*, *Corylus avellana*,<sup>1</sup> *Salix caprea*, *Polygonatum officinale*, *Festuca silvatica*,<sup>1</sup> *Calamagrostis arundinacea*, and *Milium effusum*. The species marked with <sup>1</sup> might, according to the same author, belong to the oak flora, the others to the subglacial flora, which became displaced by the former. The spruce occurs very richly in the surroundings and »the oak flora which formerly dominated over the whole of the valley has found a refuge in this part of the cleft». Also of cryptogams there occur several rare southern species: *Hypnum molluscum*, *Thelotrema lepodium*, a. o.

The ivy (*Hedera Helix*), the yew (*Taxus baccata*), and the mistletoe (*Viscum album*) were probably more common in central Sweden during the time of the greatest distribution of the oak flora than what they are now. It is true that their occurrences in peat-bogs do not tell us much about their former frequency (*Hedera* is only found at two and *Viscum* at one place), but their present distribution seems to speak for their being relics.

The ivy rather commonly lives on the Baltic islands, where the same even sets fruit and reaches considerable dimensions. Further, there have been found sterile specimens of a low and creeping form at some few places in the coast-tracts of Södermanland [45]:

The yew occurs here and there in the valleys of the Mälaren and the Hjälmaren. The present rareness of this plant is partly due to the influence of man. It is well known that in former times, when this tree was more common than now, the same was used for the making of several things, especially bows [45].

The mistletoe lives at several places near the Mälaren on oaks, maples, lime- and apple-trees. These occurrences are now very isolated, but it is possible that the same once have communicated with the ones at the Kristiania fiord and in Bohuslän, Wästergötland, and Småland. In Skåne, where the plant once occurred (which is shown by a fossil find), the same does not now live [2, 45].

Even in the South of Sweden there are some occurrences of plants which otherwise are found more commonly on the European continent. The common maple (*Acer campestre*) e. g. lives at one place in Skåne and is also found here and there in Denmark. As fossil the plant is found at one place in the South of Sweden, in a layer formed before the maximum level of the post-glacial Litorina Sea [2].

*Tilia platyphylla* now occurring on some islands in Bohuslän, is probably a relic from the same time as the common maple [2].

These plants have probably came to Sweden in Atlantic time and somewhat later during the same epoch the beech flora has immigrated. This flora seems to be still spreading towards the north.

Also the vegetation of peat-bogs, marshes and lakes became considerably enriched during this warmer climate.

Among plants of these categories which have been found as fossils far N. of their present N. boundary *Carex pseudocyperus* deserves to be mentioned. It seems as if this plant had immigrated rather early. On Gotland the same is found in layers from the late subglacial time together with the likewise rather southern plants *Cladium mariscus* and *Iris pseud-acorus* [42]. and when the Litorina sea had its greatest extent, *Carex pseudocyperus* was a common plant in Norrland as far as at least 250 km N. of its present normal occurrence. As a relic the same is found e. g. at Sundsvall [37].

Of a still greater interest is the distribution of some water plants during this warmer time. One example hereupon is *Najas flexilis*, in our country now occurring in one locality in Skåne, and formerly in the lake Hederviken in Upland, which lake is now drained. Also in one locality in each of the lakes Vesijärvi and Onega and on two localities in Norway the plant is found. Even in other parts of Europa *Najas flexilis* is very rare and it has its greatest distribution in N. America. It has been suggested that it once belonged to the tertiary circumpolar flora. The fossil finds show that it lived already at the shores of the Ancylus lake and it is possible that the fresh water of this lake has contributed to the spreading, but fossil finds show that it was once spread also to Norway [2, 22].

A little later than the plant just mentioned, *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, *Trapa natans*, and *Stratiotes aloides* immigrated [2, 4, 45].

The seeds of *Ceratophyllum demersum* are rather common in the peat-bogs of central and South Sweden, and they are also found in Norr-

land. At those places where the plant now lives in Sweden the same very seldom sets fruit.

In the centre of its area (in central Europe), *Najas marina* is always a fresh-water plant, but in Scandinavia it is found in fresh water only at two places on Gotland and at one in Norway. In brackish water, on the other hand, this species occurs round the whole of the Baltic basin. The localities are, however, rather isolated from each other and might be considered as relic occurrences from a formerly greater distribution. The plant was also once very common in the lakes of S. Sweden. When the temperature sank, *Najas marina* was probably not able to endure the struggle with other plants better suited to a cold climate, but as enduring better in brackish water it has taken refuge there, where the competition was not so keen [1, 42].

*Trapa natans* is a plant which belongs to the flora of S. Europe; already in N. Germany the same is rather rare. The very easily recognized nuts are found at several places in Sweden, in the peat-bogs, in atlantic and in older beds, as far N. as to the Mälaren. *Trapa* nuts are also found as fossils in W. Prussia, Denmark, and Finland. In our flora this plant has nowadays only one relic occurrence viz. the lake Immeln in NE. Skåne. But at LINNÉ'S time *Trapa* lived also in some lakes in Småland, and in one of them it still remained in the beginning of the 19th century, but now one can only find the nuts on the bottom of the lake [45].

### Relics from the advance of southwestern plants towards the east.

During the mild and wet atlantic time the *Ilex* and the beech flora probably immigrated, the former from SW. the latter from the S. (p. 148). Among the different plant-regions into which Scandinavia has been divided the *Ilex* region, which now is represented on Jutland and at the W. coast of Norway, is the one with the most maritime climate.

There have not been found any *Ilex* plants as fossils in the peat-bogs, but the rather isolated occurrences, especially in Halland and Bohuslän, of species otherwise living at the W. coast of the British Islands, France, and Spain, have been interpreted as relics from a once wider distribution, and it seems as if the climate during the atlantic time was best suited for a greater spreading of the plants under consideration.

*Ilex aquifolium* does not now live in our country, but still about 1840 it had one locality in Bohuslän, but then the last *Ilex* died out there. As the plant occurred only in one specimen it is difficult to say if it really was a relic or if it had spread quite accidentally, e. g. from one of its localities in Denmark, then in that country *Ilex* occurs, although rarely, both on Jutland and on some of the islands.

Among other *Ilex* plants living in S. or W. Sweden on isolated spots,

mostly on heaths, the following generally are regarded as relics: *Genista anglica*, *G. germanica*, *Hypericum pulchrum*, *Sedum anglicum* (at some few localities on rocks by the coast of Bohuslän), *Bunium flexuosum* and *Digitalis purpurea* (at some few places in Bohuslän and in one locality in Halland). At other places in Sweden where *Digitalis* is found, it seems to have spread accidentally from gardens [31]. *Teucrium scorodonia* lives in one locality in Bohuslän and in three in Wästergötland, but it might possibly originate from some cultivated specimens [2, 4, 5, 45].

During the atlantic time *Ilex* plants seem to have spread even as far E. as to Gotland, and at least two relics of this kind are still found there. These are *Scolopendrium officinale* which lives on »Lilla Karlsön» and is recently found also in Halland (5, 35, 42), and *Ranunculus ophioglossifolius*, which latter properly belongs to the flora of the Mediterranean countries and S. France [42], but also occurs in the north of Gotland by a well and in an adjacent *Carex panicea* formation. GUNNAR ANDERSSON considers that also *Lactuca quercina* on the islet »Lilla» Karlsön is a relic from the same time [4].

*Quercus sessiliflora* which is found only on one locality on Gotland ought perhaps to be included in the same category as *Ranunculus* and *Scolopendrium*, and also *Juncus obtusiflorus*, which plant occurs sparsely in calcareous marshes on Gotland and in Skåne [26].

In this connection another peculiar relic occurrence of plants otherwise belonging to the W. coast flora, which SERNANDER has described from the Tived of Nerike, deserves to be mentioned. Near the lakes Laxsjöarna in a small *sphagnetum cariciferum* enclosed by *pineta hylocomiosa* there grow e. g. *Erica tetralix*, *Potamogeton polygonifolius*, and *Narthecium ossifragum*. Of other plants occurring here *Alnus glutinosa*, *Molinia coerulca*, and *Myrica gale* have also a prevailing westerly distribution in our country, *Juncus stygius* and *Carex chordorhiza* are northerly, *Orchis angustifolia*, and *Rhynchospora fusca* northerly as well as westerly.

SERNANDER has earlier [41] interpreted these plants as atlantic relics, but as there is a stool-layer, which he considers to be of subboreal age, in the peat-bog, he has later [48] come to the conclusion that they are of subatlantic age, as they of course must have arrived later than the forest. Thus the whole formation should, according to the named author, be a relic from that time (compare p. 156).

### Relics from the advance of southeastern plants towards the W.

It has long been known that especially in the calcareous districts of S. Sweden there occur some plants which have »their chief centre in the steppe and karstenite regions of SE. Europe. This supports the assumption

of a former dry climate in such tracts where the species named are now to be met with only on very dry and warm habitats» [GUNNAR ANDERSSON, 5].

Already when speaking of the glacial relics, it has been mentioned that the »Alfvar»-formations have a certain capability of retaining relics of a steppe- or heath-flora. WITTE says about the »Alfvar» vegetation [53, p. 17] that it is a steppe vegetation occurring in a more or less insular climate and occasioned by edafoid factors and that it has several qualities in common with the SE. European steppe vegetation and also shows some likeness with the vegetation of the alpine heath (mountain-steppe?) in the far north (compare also p. 150).

Already LINNÉ has mentioned several of these »steppe» plants [28] and ARESCHOUG [6] considers them as »rears» from a formerly more prevailing vegetation. SERNANDER [42] mentions the following species, which in the Gotlandian flora are rather isolated from their centre in SE. Europe and »which by their manner of appearing indicate that they are relics from a time when suitable climatic conditions caused a more continuous distribution» [42, p. 82]: *Anemone silvestris*, *Pulsatilla patens* (might possibly not belong to this category), *Lactuca quercina* on Lilla Karlsön (compare p. 163), and *Rosa Fudsilli* on Stora Karlsön. Other plants of this kind which within the Swedish flora only occur on Gotland or Öland are e. g. *Adonis vernalis*, *Artemisia rupestris*, *Galium rotundifolium*, *Linosyris vulgaris*, *Globularia vulgaris*, *Helianthemum procumbens*, *Helianthemum alandicum*, and *Ranunculus illyricus*.

From Wästergötland SERNANDER [48] mentions the following plants of which all, with the exception of *Stipa pennata*, also occur at several other places in Sweden, Norway, or Denmark: *Potentilla rupestris*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Prunella grandiflora*, *Polygala comosum*, *Asperula tinctoria*, *Pulmonaria angustifolia*, and *Stipa pennata*.

All these are more or less distinct xerothermes with a prevailing SE. distribution in Europe. Several are characteristic for the S. Russian steppes and also on other kindred localities such as dry fields or hills one has found them living together at many places in South and Central Europe. In Wästergötland they are found on very unique edafoidic localities where for one reason or other a closed tree-vegetation has not been able to constitute itself. All the three »Stipa» localities,<sup>1</sup> described by SERNANDER, are situated on hillsides sloping towards the SE., S. or SSW. that is to say at the most sun-exposed places. The one locality is on a small fluvio-glacial »ås», the gravel of which is very rich in Silurian shales and limestones, another on a hill of calcareous moraine, and the third locality is a hill composed of Orthoceras limestone situated quite near a small »Alfvar» area covered by a typical »Alfvar» vegetation. As is the case on Got-

<sup>1</sup> *Stipa pennata* is now only found on two of these, but lived not so long ago also on the third one, where the same has now become rooted out.

land and Öland, the calcareous substratum seems to play a great part also in Wästergötland for the distribution of these steppe-plants.

»Most of these xerothermes, especially the SE. European ones, live on the *Stipa*-hills on Falbygden» (in Wästergötland) rather widely separated from their other localities within Scandinavia; and some of them far away from their continental area of distribution (SERNANDER 48, p. 84). According to SERNANDER [48, p. 83] the transition-zone between the Russian forest and steppe regions is the district where the vegetation of the same type as the *Stipa* formation is best developed and stands in the best accordance with the now prevailing climatic conditions. Also in the flora of Upland there occur some SE European xerothermes which seem to be relics. Such are *Asperula tinctoria*, *Draba nemorosa*, *Hieracium mollisetum* and *Polygala comosum*. Some other southeastern plants, viz. *Salvia pratensis*, *Lavatera thuringiaca* and *Melampyrum arvense*, which are known from the neighbourhood of Upsala from the middle or the last part of the 18:th century, have perhaps been spread by the direct or indirect influence of man. According to GUNNAR ANDERSSON and SERNANDER the plants under consideration have immigrated in several groups and at different times. The former says (4, p. 72) »Nach ihrer Verbreitung ausserhalb und innerhalb unserer Halbinsel kann man sie in verschiedene Gruppen teilen: eine rein östliche, die im allgemeinen ein höheres Alter in unserer Flora hat und wahrscheinlich während der Kiefernzeit eingezo-gen ist, und eine südöstliche, deren Arten (meist nur auf Gotland und Öland lebend) ihre weiteste Verbreitung gegen Norden in der ersten Eichenzeit erlangt haben. Von diesen letzteren sind einige, wie gesagt, typische Karstpflanzen». He considers thus that the immigration of these plants took place during the later part of the Ancyclus time when, according to him, the east, but not the west coast of Sweden was dry and continental [2, 4, 5].

But, if only eastern Scandinavia was influenced by this continental climate, these plants could have spread to Öland and Gotland; the relic occurrences in Wästergötland, on the other hand, are more difficult to understand. It is of course possible that when these steppe plants were more common in E. Sweden they could quite accidentally have spread also to the west parts of the country; their present occurrence in Wästergötland, thus, might be due to local conditions. If this is the case, they are not there to be regarded as real relics from a formerly wider and more continuous distribution.

SERNANDER considers, as is already mentioned, that the continental climate during the last part of the Ancyclus age, the boreal time, prevailed also in W. Sweden and formerly he has also regarded the plants under consideration as relics from that time [42, 45], but in later years he has come to other conclusions [48]. He does not deny that they could have immigrated for the first time to S. Sweden as early as during this epoch and he even thinks it probable that they then commonly associated to formations of about the same kind as the *Stipa* hills. But as the dry cli-

mate during the boreal time was followed by the decidedly insular during the atlantic, it is, according to the named author, quite evident »that the greatest part of the xerothermes in the flora of Wästergötland must then have disappeared or become reduced to relics. The question is then: is it those relics which have as such survived until the present time? Or have not during the subboreal period which succeeded the atlantic one new immigrations and associations of the same xerothermes taken place, and are there not more chances that it is, just some of these which have been maintained until our days?» [48, p. 208].

Another reason to assume that these plants are relics from the sub-boreal time seems to be that some of them now occur at places that were once covered by the Litorina sea. *Anemone silvestris* e. g. is found on N. Gotland, in about 20 localities most of which are situated less than 15 m above the sea. Similar is the case with the above mentioned xerothermes found in Upland. As is known, this landscape was to the greatest part covered by the Litorina sea.

According to the opinion of SERNANDER it is also during the sub-boreal time that the hazel reaches its greatest distribution towards the N. And during the same time the tree-limit in our mountains, according to the recently modified views of the same author, reached its highest level in postglacial time.

### Relics in the interior of the country from a once greater extension of the sea.

A particular position those plants occupy which have become relics at the places where they now occur, not because of any changes in the climate, but because of the variation in the distribution of land and water.

Here and there in the interior of the country sea-shore plants are found, which have probably lived here since that time when the sea reached these places. As is well known the Mälaren was once a bay of the Baltic sea. and at the shores of the same, there live still several plants which otherwise do not occur at our lakes, but are common at the coast and archipelago of the sea [47]. Such plants are *Trifolium fragiferum* (also found at the shores of the Dalälven), *Carex arenaria*, *Triglochin maritimum*, *Scutellaria hastifolia*, and *Juncus Gerardi*. To this group also *Armeria elongata* and *Asparagus officinalis* belong. The occurrence in the Mälaren of *Zannichellia polycarpa* also seems to be a relic from the time when this lake was a bay of the sea. On the Kungsängen S. of Upsala *Glaux maritima* has been found. On some hills N. of Upsala, where on account of the unfavourable substratum a tree-vegetation has not been able to constitute itself, one can find a few coast lichens, f. i. *Lecanora cartilaginea*, which may have lived here since that time when these hills rose out of the Litorina sea [47].

Besides the plants already mentioned, SERNANDER gives still another example of this kind of relics in the flora of Upland. In the middle of a flat meadow-ground a salt-spring is situated, the salinity of which derives from the marine clay of the surroundings. Because of the drainage conditions the original richness of sea-water salts of the clay has not been able to become quite removed, thus several elements of the old salt-loving vegetation have also been able to remain around the spring. We find there not only the Mälar-relics *Juncus Gerardi* and *Triglochin maritimum*, but also *Glaux maritima* and *Alopecurus ventricosus*.

*Elymus arenarius* is quoted as another example. It belongs generally to the flora of the sea-coast, but is also found at the shores of the Vettern and the Vänern and at some rivers in Norrland [24, 33]. However, these occurrences might be due to quite accidentally spreading, as this grass also lives in the interior of Skåne on a place which never in post-glacial time has been reached by the sea.

JOHANSSON mentions that *Silene petraea* lives on Gotland as well in the interior of the island as by the coast. On the former localities it is perhaps a relic from the time when a great part of Gotland was lying underneath the sea [26, p. 51].

Other examples from Gotland might be mentioned: of waterplants e. g. *Potamogeton pectinatus* and *P. filiformis*, both living at the bottom of the Fardume »träsk», which lake is 1—2 m deep and the surface of which is 7,9 m above the sea, and fourther the shore-plants *Plantago maritima* and *Carex arenaria*, of which the latter, however, is found also in the interior of Skåne like *Elymus*.

A particular position is occupied by the already (p. 162) mentioned *Najas marina* which also occurs in the Fardume träsk and in another Gotlandian lake the Paviken. This plant lives now (as already mentioned) in Scandinavia chiefly in brackish water, but did formerly occur more commonly in fresh water (1). According to SERNANDER [42] the occurrences on Gotland might be best explained as relics from the Litorina sea, although *Najas* now is not found at the coasts of Gotland.

### Concluding remarks.

It is already in the introduction pointed out how difficult it generally is to know whether a plant is to be considered as a relic or not, and how different the opinions often are on this subject. It is possible that the result of coming researches will be such that the theory about relics must in many cases be abandoned, or that the occurrence of »relics» can be explained as due to other causes; accidental spreading, the influence of man, morphological changes of the species etc. Conclusions about the climate of former times founded only on the occurrences of these isolated species are thus rather ambiguous. The expulsion of a plant from a lo-



cality is, perhaps, in many cases only seemingly due to the changes in the climate, the utmost causes might be other.

The sea plants found in the interior of the country seem, however, to be best explained as relics. The same is the case with those southern plants living on especially favourable localities in Norrland. Also the fossil finds in the peat-bogs speak for this assumption. The pseudo-glacial relics, on the other hand, are more dubious and are most probably to be explained in some other way. In several cases they have very likely spread quite accidentally. It is of course possible that some of the s. c. sub-atlantic pseudo-glacial relics originally were real glacial ones which quite by chance have spread to new localities, that until rather late have been covered by the sea: but in reality it seems rather unlikely that glacial relics in general were able to survive the warmest epoch of the post-glacial time, if the climate then was of the character, that now is generally supposed. It seems as if northern plants that were then able to live as relics in South Sweden ought now to thrive comparatively well and to spread, if their distribution was only due to climatic conditions. The flora on the »Alfvars» might of course be an exception, just because of the special conditions prevailing in those localities. Thus also the southeastern plants found there and in the *Stipa* formations seem to be relics.

### Literature

referred to in this paper.

- 1) ANDERSSON, GUNNAR, Om *Najas marinas* tidigare utbredning under kvartär-tiden. Bot. Not. 1891.
- 2) —, Svenska växtvärldens historia. 2 nd. ed. Stockholm 1896. (Bibliography).
- 3) —, Hasseln i Sverige fordom och nu. S. G. U. Ser. C a, N:o 3. 1902. (The resumé in German is reprinted in Engl. Bot. Jahrb. 33 (1904) pp. 493 seq.).
- 4) —, Die Entwicklungsgeschichte der skandinavischen Flora. — Résultats scientifiques du Congrès international de Botanique. Wien 1905.
- 5) —, The climate of Sweden in the late-quaternary period. Facts and theories. S. G. U. Årsbok 3 N:o 1. Stockholm 1909. (Bibliography.)
- 6) ARESCHOU, F. W. C., Bidrag till den skandinaviska vegetationens historia. — Lunds Universitets årsskrift. Vol. 3.
- 7) BIRGER, S., Vegetationen och floran i Pajala socken med Muonio kapellag i arktiska Norrbotten. — K. Sv. Vet. Ak. Arkiv för botanik. B. 3. N:o 4. 1904.
- 8) —, Om Herjedalens vegetation. — K. Sv. Vet. Ak. Arkiv för botanik. B. 7. N:o 13. 1908.

- 9) BLYTT, AXEL, Forsög til en Theori om Indvandringen av Norges Flora under vexlende regnfulde og tørre Tider. — *Nyt. Mag. f. Naturv.* Vol. 21. Kristiania 1876. — (the English translation bears the title: Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods.)
- 10) BOHLIN, K., Ett exempel på ömsesidig vikariering mellan en fjäll- och en kustform (Avec un résumé français). *Bot. Not.* 1900.
- 11) COLLINDER, E., Medelpads flora. Västgeografisk öfversikt och systematisk förteckning öfver kärlväxterna. — Norrländskt handbibliotek II. Stockholm och Uppsala 1909.
- 12) —, *Bot. Not.* 1907.
- 13) DUSEN, K. F., *Astragalus Penduliflorus* Lam. Neu für die Flora des nördlichen Europa. K. Sv. Vet. Ak. Bihang. B. 6. N:o 14.
- 14) FRIES, E., Växternas fädernesland. — *Botaniska utflygter* I. Stockholm 1853.
- 15) GAVELIN, AXEL, Trädgränsens nedgång i de lappländska fjälltrakterna. *Skogsvårdsfören:s Tidskr.* 1909.
- 16) GREVILLIUS, A. Y., Über die Zusammensetzung einiger jämtländischer Recliet-Formationen von *Ulmus montana* Sm. — *Engl. bot. Jahrb.* 20 (1895).
- 17) DE GEER, G., Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. — Stockholm 1896.
- 18) HAMBERG, A., Sarjekfjällen. — *Ymer* 1901.
- 19) HANSEN, ANDR. M., Hvorledes Norge har faaet sit plante-dække. *Naturen* Vol. 28. 1904.
- 20) HEER, OSWALD, *Annales des Sciences Natur.* 5:me Ser. Tom. III. p. 164.
- 21) HEINTZE, A., Västgeografiska anteckningar från ett par färder genom Skibottendalen i Tromsø amt. K. Sv. Vet. Ak. Arkiv för botanik. B. 7. N:o 11. 1908.
- 22) HOLMBOE, JENS, Planterester i Norske torvmyrer. — *Norske Videnskabs-Selsk. skrifter* I. Math.-naturv., Klasse 1903. N:o 2. [With a bibliography. There is a resumé in German in *Engl. bot. Jahrb.* Bd. 34 (1904). H. 2, and in French in *Herb. Boissier*. Vol. I (1908)].
- 23) HOLMGREN, AND., Bidrag till kännedom om almens nordliga reliktförekomster. — *Skogsvårdsföreningens tidskrift* 1909. H. 2.
- 24) HÖGBOM, A. G., Norrland, naturbeskrifning. — Norrländskt handbibliotek I. Uppsala 1906.
- 25) —, Om den postglaciala tidens klimatoptimum. *Geol. För. i Stockholm Förh.* Vol. 29. 1907.
- 26) JOHANSSON, K., Hufvuddragen af Gotlands Västtopografi och Västgeografi grundad på en kritisk behandling af dess kärlväxtflora. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd 29. N:o 1. Stockholm 1897.
- 27) LINNÉ, C., *Iter Dalecarlicum* ed. E. Åhrling.
- 28) —, *Fauna Suecica*, Editio II 1761. Bihang.
- 29) LOVÉN, SVEN, Om några i Venern och Vettern funna krustaceer. — K. Sv. Vet. Ak. Förh. Öfversikt. Vol. 18. 1861.
- 30) MELANDER, C., I Åsele lappmark sommaren 1880. *Bot. Not.* 1881.
- 31) MORNER, TH., *Digitalis purpurea* i Södermanland. *Bot. Not.* 1907.
- 32) NATHORST, A. G., Ett par glaciala pseudorelikter. *Bot. Not.* 1895.
- 33) NEUMAN, L. M., Sveriges flora (fanerogamerna). Lund 1901.
- 34) OLSSON, P., De jemtländska fjällväxternas utbredning inom Sverige. — Redogörelse för högre allmänna läroverket i Östersund läsåret 1889 — 1890. Östersund 1890.
- 35) PALM, BJÖRN, *Scolopendrium vulgare* Sm. i Halland. *Svensk. botan. tidskrift*. Vol. 2. H. 2. 1908.

- 36) PHILIP, GRETA, On the relics in the Swedish fauna. — Bull. of the Geol. Instit. of Uppsala. Vol. IX. 1910.
- 37) VON POST, L., Norrlandska torfmosstudier. I. — Geol. För. i Stockholm Förh. Vol. 28. 1906.
- 38) SAMUELSSON, G., Om de ädla löfträdens forna utbredning i öfre Öster-Dalarna. — Bot. studier tillägn. F. R. Kjellman. Uppsala 1906.
- 39) SERNANDER, R., Ett bidrag till kännedomen om Sveriges ekflora. Bot. Not. 1886.
- 40) —, Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. Engl. bot. Jahrb. Bd. 15 (1893).
- 41) —, Litorinatidens klimat och vegetation. — Geol. Fören. i Stockholm Förh. Vol. 15 (1893).
- 42) —, Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Ak. Afh. Upsala 1894.
- 43) —, Om s. k. glaciala relikter. Bot. Not. 1894.
- 44) —, Studier öfver vegetationen i mellersta Skandinaviens fjälltrakter. 2. Fjällväxter i barrskogsregionen. — K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bihang. Vol. 24. Afd. III. N:o 11. Stockholm 1899.
- 45) —, Sveriges växtvärld i forntid och nutid. — Sveriges rike. Stockholm 1900.
- 46) SERNANDER, R., Den Skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Uppsala 1901.
- 47) —, Växtvärlden. Uppland skildring af land och folk. Vol. I. H. 1. Uppsala 1901.
- 48) —, Stipa pennata i Västergötland, en studie öfver den subboreala periodens inflytande på den nordiska vegetationens utvecklingshistoria. Svensk. botan. tidskrift. Vol. 2. 1908. (Contains an extensive bibliography.)
- 49) —, On the evidences of postglacial changes of climate furnished by the peatmosses of Northern Europe. — Geol. För. i Stockholm Förh. Vol. 30. 1908.
- 50) WARMING, EUG., Den danske Planteverdens historie efter Istiden. — Universitetsprogram. Köbenhavn 1904. (Bibliography.)
- 51) WILLE, N., Om Indvandringen af det arktiske Floraelement til Norge. — Nyt. Mag. f. Naturv. Vol. 43. H. 4. Christiania 1905.
- 52) WILLE, N. och HOLMBOE, JENS., Dryas octopetala bei Langesund. — Eine glaciale Pseudorelikte. Nyt. Mag. f. Naturv. Christiania 1903.
- 53) WITTE, H., Till de svenska Alfvarväxternas ekologi. Ak. Afh. Uppsala 1906.
- 54) ÖRTENBLAD, TH., Har Norrlands skogsflora erhållit bidrag från Norge? — Tidskr. f. skogshushållning 1895. H. 1.

#### Addenda.

To the above quoted literature may be added three important memoirs published since this paper was already in the press, viz.

- SAMUELSSON, GUNNAR, Regionförsjutningar inom Dalarna. Svensk Botan. tidskr. 1910.
- MUNTHE, HENR., Studier öfver Gotlands senkvartära historia. Sveriges Geol. Unders. Ser. Ca, N:o 4 (1910).
- FRIES, THORE, Postglaciale Regionverschiebungen im nördlichsten Schweden. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. IX (1910).

## II. Einige Beobachtungen über postglaciale Regionenverschiebungen im nördlichsten Schweden.

Von

**Thore Fries.**

(Hierzu Tafel 8.)

### **Einleitung.**

Jüngst hat A. GAVELIN<sup>1</sup> ein kritisches Resumé aller aus Schweden bekannten Tatsachen betreffs der früheren Lage der Baumgrenzen in unseren Hochgebirgen gegeben. Aus dieser Zusammenstellung scheint mit Sicherheit hervorzugehen, dass sowohl die Birken- als die Kiefern Grenzen in der postglacialen Zeit höhere Lagen längs der Gebirgskette in ihrer ganzen Ausdehnung eingenommen haben als die jetzigen. Der Betrag der Verschiebungen kann noch nicht mit Sicherheit als endgültig fixiert angesehen werden, aber wahrscheinlich reichen die Differenzen nicht zu höheren Ziffern als c:a 150—200 M. An einzelnen Orten scheinen jedoch die Verschiebungen ein paar Zehner von Metern grösser gewesen zu sein.

Beobachtungen, die betreffs des Zeitpunktes der konstatierten hohen Lage der Baumgrenzen als wirklich beweisend angesehen werden können, scheinen indessen bis jetzt nicht gemacht worden zu sein. Die Ansichten haben auch hierin in hohem Grade divergiert. Die meisten skandinavischen Forscher, die sich mit quartärgeologischen Problemen beschäftigen haben, wie z. B. G. ANDERSSON, R. SERNANDER, A. GAVELIN, W. C. BRÖGGER, J. REKSTAD, J. HOLMBOE, A. M. HANSEN und V. TANNER verlegen die höchsten Lagen in die Litorinazeit. Aber während G. ANDERSSON und J. REKSTAD meinen, die Baumgrenzen hätten ihre hohe Lage zur Zeit vor und während des Maximum der Litorinasenkung, glauben R. SERNANDER und A. GAVELIN, wie wohl auch die übrigen Verfechter der Blytt-Sernanderschen Theorie, dass sie noch länger dauerte, bis c:a 90% der Litorinahebung sich vollzogen hatten. Das Maximum wäre dieser letzteren

<sup>1</sup> A. GAVELIN: Om trädgränsernas nedgång i de svenska fjälltrakterna. Skogsv. För. Tidskr. 1909, h. 4—5, p. 133—156.

Teorie gemäss erst während der subborealen Periode erreicht worden, d. h. zwischen c:a 50–90 % der Litorinahebung.<sup>1</sup> A. BLYTT vermutete jedoch selbst aus Gründen, die im folgenden näher geprüft werden sollen, dass während der atlantischen Periode, die von R. SERNANDER in den früheren Teil der Litorinazeit verlegt worden ist, die Baumgrenzen eine niedrigere Lage gehabt hätten, als jetzt. Diese Meinung hat A. G. HÖGBOM<sup>2</sup> in letzterer Zeit wieder aufgenommen und verfochten. Der letztere Forscher scheint den Variationen in der Lage der Baumgrenzen keine grössere Bedeutung als Ausschlag für Klimaschwankungen zuerkennen zu wollen.<sup>3</sup>

Die Kenntnis der früheren Lage der Baumgrenzen und der übrigen damit zusammenhängenden Fragen scheint demnach aus mehreren Gesichtspunkten sehr mangelhaft zu sein. Dies ist der Grund, weshalb ich hiermit einige im vorigen Sommer beiläufig während einer Reise im Kirchspiel Karesuando gemachte Beobachtungen in der Hoffnung vorlege, dass sie zur Erklärung dieser so interessanten Problemen beitragen können.

#### Profil durch ein Niedermoor bei der Alpenhütte zu Siikavuopio.

Die Alpenhütte zu Siikavuopio liegt innerhalb des niederen Teiles der *regio subalpina* c:a 2 Meilen oberhalb der Nadelholzgrenze. Die Niveaudifferenz zwischen der Nadelholzgrenze und dem betreffenden Niedermoor ist jedoch nicht besonders gross und dürfte kaum höher, als auf 20–25 Meter geschätzt werden, vorausgesetzt dass die vorige auf c:a 370 Meter ü. d. M. verlegt wird. A. GAVELIN<sup>4</sup> verlegt freilich die jetzige Nadelholzgrenze im Kōnkämä Tale auf c:a 350 M. ü. d. M. Laut meiner eigenen Beobachtungen aber ist dies sicher eine allzu niedrige Ziffer. Nahe bei dem Platze, wo mein Profil aufgenommen wurde, lag ein kleiner See, namens Kaivosjärvi, welcher längst durch einen Kanal, mit dem Kōnkämä eng in Verbindung gesetzt worden ist. Der Boden den Sees war, soweit es zu beobachten möglich war, aus organischem Detritus gebildet, reichlich mit Kiefernzapfen und Borkenstückchen von Kiefern gemengt. Auch zahlreiche Kiefernstämme, Stümpfe und Äste desselben Baumes wurden wahrgenommen. Diese Kiefernreste waren sicher teilweise sekundär aus dem Torflager hervorgerodiert worden, was sich daran zeigte, dass einzelne Stämme bei den Ufern immer an dem einen Ende mit Torf überlagert waren, während der übrige Teil frei im Wasser lag. Auch innerhalb der den See umgebenden Teile des Moores wurde ein reiches Vorkommen von Kiefernstümpfen auf einer gewissen Tiefe festgestellt. Es liegt hier

<sup>1</sup> Vgl. G. F. F. 1910, p. 639 und 697.

<sup>2</sup> A. G. HÖGBOM: Norrland, p. 334.

<sup>3</sup> G. F. F. 1907, p. 73.

<sup>4</sup> l. c., p. 145.

also ein fossiler Waldboden von grosser Ausdehnung vor. — Eine andere Eigentümlichkeit, auf die an dieser Stelle hinzuweisen ich nicht umhin kann, ist die geringe Höhe über dem jetzigen Niederwasserstande des Kōnkämäflusses, in welchem dieser Waldboden gelegen ist. Für gewisse Teile desselben dürfte die Niveaudifferenz höchstens auf 0.5 M. geschätzt werden, und da eben diese Teile am Flussufer gelegen sind und auf *Carex*-Torf stehen, scheint es sehr merkwürdig, dass so kräftig ausgebildete Kiefern haben entstehen können, wenn der Niederwasserstand im Flusse zu der Zeit, als der frühere Kiefernwald hier wuchs, ebenso hoch gewesen wäre, wie jetzt.

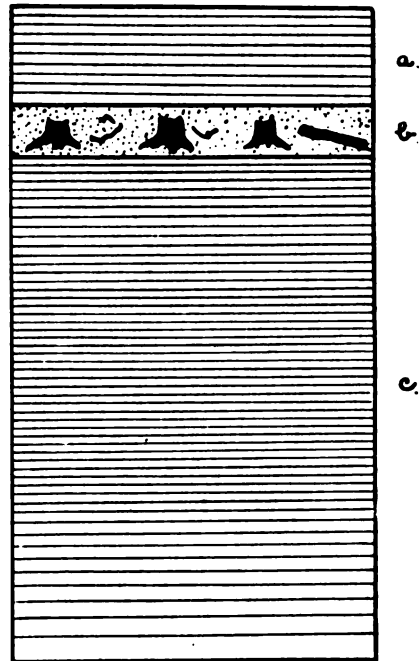
Ein Profil durch das Niedermoor wurde in der Nähe des Kanales von Kaivosjärvi aufgenommen und zeigte folgende Lagerungsverhältnisse.

Fig. 1. Profil durch das Niedermoor zu Siikavuopio.

a. *Carex*-Torf mit Einschlüssen von *Betula odorata*, *Betula nana*, *Salices* und *Carices* (meist *Carex rotundata*). Mächtigkeit 0.6 Meter.

b. Waldboden mit Kiefernstümpfen, Kiefernborke, Kiefernzapfen, *Betula odorata*, *Betula nana*, *Polytrichum* sp., *Hylocomium parietinum* (?). Das ganze Lager stark huminös. Mächtigkeit 0.4 Meter.

c. *Carex*-Torf mit *Carices* (*C. rotundata* und *lasiocarpa*), *Rubus chamaemorus*, *Menyanthes trifoliata*, *Betula odorata* und Kiefernadeln. Das Torf war gegen den Boden mit Gytja reich gemengt. Mächtigkeit 3.4 Meter.



Der Entwicklungsgang der Vegetation ist hier deutlich im grossen gesehen der folgende gewesen. Sowie das Eis weggeschmolzen war und für die Vegetation günstige Verhältnisse gegeben waren, wurde der Platz von einem sehr hydrophilem *Caricetum* eingenommen, das sich langsam in etwas mehr xerophiler Richtung den Gesetzen für die Entwicklung der Niedermoores gemäss entwickelte. Dieser Entwicklungsabschnitt scheint sehr lange gedauert und mit mächtigen Torfbildungen geendet zu haben, als ein Umschlag in mehr xerophiler Richtung eintrat und der Kiefernwald in den früheren Niedermoor hineinwanderte. Die Dauer dieses Abschnittes kann nicht einmal annähernd abgeschätzt werden, da der Verwesungsprocess hierbei sicher sehr viel schneller, als vorher vor sich ging

und die Bildung des Torfes in hohem Grade verhinderte. Inzwischen traf wieder ein wichtiger Umschlag in dem Entwicklungsgange ein und ein *Caricetum* ertränkte den früheren Kiefernwald und verursachte über demselben bedeutende Torfanhäufungen. Die Abkömmlinge dieses *Caricetums* bekleiden gegenwärtig die Fläche des Moores.

Laut der Blytt-Sernanderschen Theorie finde ich keine andere Möglichkeit, die durchgreifenden Veränderungen, die sich in der Lagerungsfolge abspiegeln, zu deuten, als die Annahme, dass sie von Klimaschwankungen direkt verursacht wurden. Das Lager a halte ich also für *subatlantisch*, das Lager b für *subboreal* und das Lager c für *atlantisch*. Das erste dieser Lager scheint unleugbar auf eine kältere Periode hinzuweisen, was der Mangel an Kiefernresten beweist, die beiden letzteren wieder auf eine wärmere. Möglicherweise dürfen die oberen Teile des Lagers a als subboreal angesehen werden.

#### **Sphagnum-Moor bei Kielijärven Saivo in der Nähe von der Alpenhütte zu Mukkavuoma.**

Saivo ist der finnische Name abflussloser Seen, die im Kirchspiele Karesuando in den Mooren zahlreich vorkommen. Nach Angabe des Bewohners der Alpenhütte zu Mukkavuoma wären einige grosse Kiefernstämme von ihm im nämlichen Saivo gefunden und von ihm heimgeführt und als Slöjdholz verwendet worden. Ich reiste deshalb dahin und es gelang mir nach einigem Suchen ein paar grössere Kiefernzweige einige Stückchen Kiefernborke und einen Kiefernstamm, der an dem Ufer lag, zu finden. Auf's Geratewohl machte ich daher ein Profil durch das nahe liegende Moor, das an dieser Stelle als ein sehr hydrophiles *Caricetum sphagnosum* ausgebildet war. Die Stelle war 362 M. ü. d. M. hoch gelegen, also c:a 92 M. oberhalb der Nadelholzgrenze. Das Profil war das folgende.

Die Entwicklung ist hier von Wasser mit »Gyttje«-Ablagerung<sup>1</sup> allmählich zu einem Niedermoor mit *Cariceta amblystegiosa* und zum Schlusse zu *Cariceta sphagnosa* vor sich gegangen. Zu einem Zeitpunkte scheint vielleicht ein *Salicetum* von kurzer Dauer sich in den Entwicklungsgang eingeschoben zu haben. Möglicherweise ist jedoch dieses »*Salicetum*«-Lager beim Hochwasser des Flusses dahingeschwemmt worden und kann durch Vernichtung des alten *Caricetum amblystegiosum* die spätere *Sphagnum*-Invasion zuerst veranlasst haben.

Das Profil zeigt keine sichtbaren Abbrüche in den Lagerungsverhältnissen und kann daher nicht in den Einzelheiten mit anderen Torfmooren parallelisiert werden.

<sup>1</sup> G. F. F. 1909, p. 633.

In einer Hinsicht ist es jedoch von Interesse, nämlich durch das Vorkommen von Kiefernstämmen in einer so grossen Tiefe. Wahrscheinlich dürfte daher dieses während eines der allerfrühesten Zeitabschnitte der Entwicklungsgeschichte des Beckens abgelagert worden sein, was also während der atlantischen Periode eintraf. Dies stimmt übrigens mit den Verhältnissen bei Sukavuopio gut überein.

### Das Arpojaure-Delta.

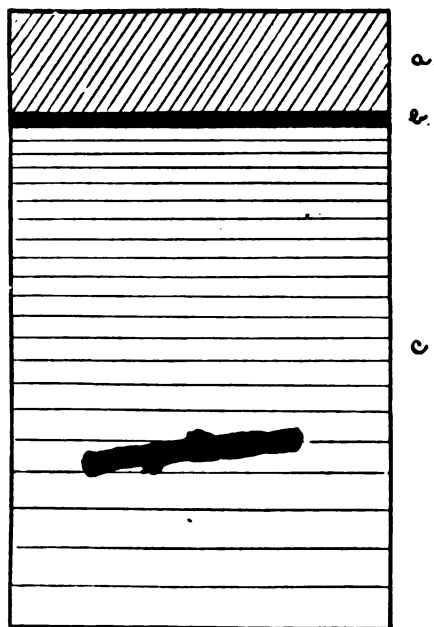
Der See *Arpojaure* ist auf dem Nordabhange des grossen Gebirgsmassives Rostonselkä against das Könkämä Tal im oberen Teile der *regio subalpina* c:a 1.5 Meilen von der Alpenhütte zu Mukkavuoma gele-

Fig. 2. Profil durch der *Sphagnum*-Moor bei Kieijärven Saivo.

a. *Sphagnum*-Torf mit Einschlüssen von *Carex rotundata*, *Menyanthes trifoliata*, *Salices*, *Betula odorata* und *Betula nana*. Mächtigkeit 0.53 Meter.

b. Lager von *Salix*-Blättern und Ästchen; daneben spärliche Reste von *Betula odorata*. Mächtigkeit 0.04 Meter.

c. *Carex*-Torf nach unten mit Gytja sehr reich beigemengt. Einschlüsse von *Betula odorata*, *Carices*, *Salices*, *Menyanthes trifoliata* und einem Kiefernstamm (c:a 1 m. vom Boden). Mächtigkeit 3.6 Meter.



gen. Auf der Karte nimmt der See eine nicht unansehnliche Fläche ein. Durch einen Entleerungsversuch vor 15—20 Jahren wurde eine beträchtliche Senkung und Verminderung der Secoberfläche erzielt. Die Entleerung, die durch das Durchgraben eines kleineren Moränenrückens durchgeführt wurde, hatte eine grossartige Katastrophe zur Folge. Kaum war durch das Graben ein Durchgang gegeben, als derselbe sogleich in dem weichen Materiale tief herausgerodiert wurde und gewaltige Wassermassen auf ein Mal die Gebirgesböschung durch den Birkenwald herabstürzten. Dieser wurde teilweise zu Boden geworfen und von dem reissenden Strome weggeführt. Grosse Massen von Sand wurden in den Könkämä Fluss .



ausgespült, und deutliche Spuren hiervon wurden laut Angabe sogar im Kirchspiele Pajala im Muonio Flusse beobachtet.

Geologisch und botanisch sehr interessant sind die Sedimentenablagerungen, die im Seebecken durch die Entleerung zu Tage kamen. Den Zufluss des Sees bildet ein Bach, der von dem am südlichen Ufer gelegenen Gebirge Arpoaive kommt. Dieser Bach hat vom Abhange man-

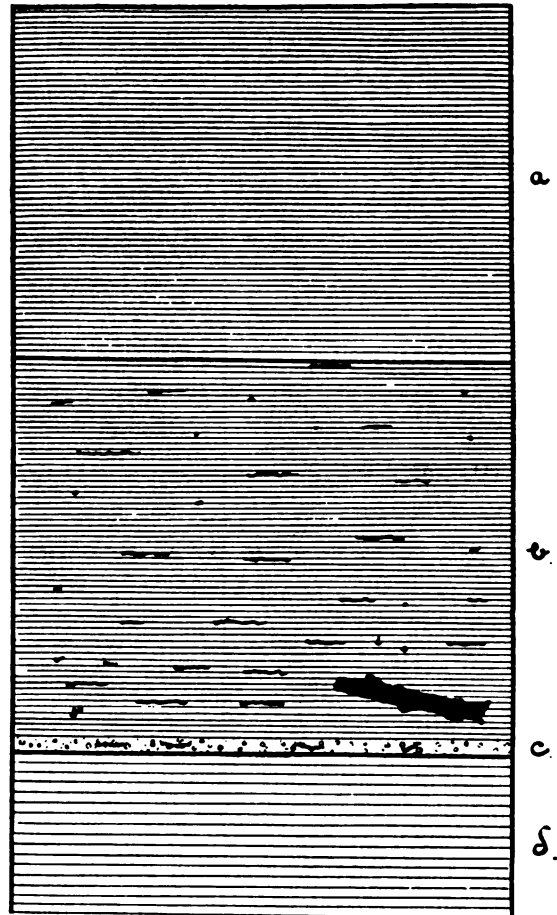


Fig. 3. Profil durch die *Arpojaure*-Sedimente. a. *Betula*-Horizont (ohne Kieferreste)  
b. *Pinus*-Horizont. c. Kieslager mit spärlichen Resten von Kiefer und *Betula odorata* (2).  
d. Eisseesedimente.

cherlei aufgeschwemmtes Material mitgeführt, das sich im ruhigen Wasser des Sees abgesetzt hat. Ein Teil der Produkte dürfte auch von den Ufern hinabgeweht oder hinabgefallen sein und sich auf dem Seeboden abgesetzt haben. Nach der Senkung hat der Bach durch diese Sedimentablagerungen eine tiefe Furche auserodiert und auf diese Weise ausgezeichnete Profile hervorgebracht. Das nunmehr über der Wasser-

oberfläche gelegene Sedimentplateau hat sich grösstenteils vegetationsfrei erhalten. Gewisse Partien, besonders diejenige, wo *Polytrichum* sich angesiedelt hat, sind als prachtvoller Polygonboden ausgebildet.

Die Sedimente werden zuunterst von feingeschichtetem Sande gebildet, der sich im früheren Kilpisjärvi-Eissee abgesetzt hat. Makroskopische Fossilien werden hier vollständig vermisst. Ganz oberhalb derselben liegt eine sehr dünne aber scharf ausgebildete Schicht von 2.75 Cm. Mächtigkeit, die aus Kies und kleineren Steinen von höchstens 1—3 Cm. Durchmesser zusammengesetzt ist. In diesem Lager treten spärlich Fossilien auf, unter welchen Kiefernreste — ein winziges Borckenstück und Teile eines Zapfens — und möglicherweise auch Birkenreste identifiziert worden sind. Diesem folgt dann ein in stratigraphischer Hinsicht gleichartiger Sedimentkomplex von 2.7 M. Mächtigkeit, aus sehr dünnen, aber sehr wohl geschiedenen Lagern zusammengesetzt. Der Reichtum an Fossilien ist hier so unerhört gross, dass die ganze Bank meistens als eine mit Sand untermischte Anhäufung von Blättern, Ästchen und anderen vegetabilischen Abfallsprodukten zu bezeichnen ist. Besonders zahlreich sind Blätter von Grauweiden und *Betula odorata*. Die Fossilien sind durchgehend wohl bewahrt und können daher ohne Schwierigkeit bestimmt werden. Es gelang mir bei einer oberflächlichen Untersuchung folgende Arten zu identifizieren.

*Betula odorata*, Blätter, Ästchen und Früchtchen.

» *nana*, Blätter.

*Salix lapponum*, Blätter und Früchte.

» *glauca*, » » »

» *phylicifolia*, Blätter(?).

» *herbacea*, Blätter.

*Pinus silvestris*, Stämme, Borke und Zapfen.

*Vaccinium vitis idæa*, Blätter(?).

*Arctostaphylos alpina*, Blätter.

*Betula odorata* und *Salices* kamen massenhaft in dem ganzen Sedimentkomplex vor. *Pinus silvestris* dagegen hörte in einem gewissen Niveau auf, ungefähr in der Mitte des Profils. Zuzufolge dessen sind auf dem schematischen Bilde durch einen horizontalen Strich zwei Horizonte gezeichnet worden. Der niedere, der *Pinus*-Horizont (b) hat eine Mächtigkeit von 1.43 Meter, der höhere, der *Betula*-Horizont (a) von 1.27 Meter. Aus dem *Pinus*-Horizont sind eine Menge lange und kräftige Kiefernstämme bei der Entleerung losgerissen und längs der Gebirgsböschung heruntergespült worden. Laut Angabe von Kand. K. F. DAHLSTEDT sollen von diesen ein grosser Teil als Zimmerholz bei einem Hausbaue bei der Alpenhütte zu Keinovuopio gebraucht worden sein.

Die Lager a und b sind, wie schon gesagt, fein geschichtet. Ganz eigentümlich ist es, dass innerhalb jeder kleinen Schicht ein sehr deutlicher Unterschied in der Beschaffenheit des Sedimentes zu sehen ist. Zu

unterst besteht jede solche Schicht aus einem dünnen Sandrande sehr feiner Körnchen, oben aus einem gröberen Bande, hauptsächlich aus vegetabilischem, mit Sande gemischtem Abfalle gebildet. Solche Lagerungsverhältnisse scheinen auf keine andere Weise erklärt werden zu können, als dass jede Schicht der jährlichen Sedimentation entspricht. Der dünne Sandrand entspricht den Ablagerungen während des Winters, wo der Boden von Schnee bedeckt ist, das dickere fossilienreiche Band ist im Frühling, Sommer und Herbst abgesetzt. Während dieser letzteren Jahreszeiten werden nämlich sicher grosse Massen von Laubabfällen und anderen toten Vegetabilien mitgebracht.

Auch in diesem Profil durch die Arpojaure-Sedimente spiegeln sich dieselben Klimaschwankungen wieder, wie in den Mooren bei Siikavuopio und Kielijärvi. Nachdem der vom Eis gedämmte See Kilpisjärvi geleert und Arpojaure als ein abgeschiedenes Seebecken isoliert worden war, drang der Kiefernwald sogleich bis wenigstens 140 M. oberhalb seiner jetzigen Grenze hervor. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Abschmelzung der letzten Eisreste in dieser Gegend sehr schnell auf Grund eines plötzlichen Eintretens eines warmen Klimas erfolgte. Was die Bedeutung des wohl abgegrenzten Lagers c sein mag, wage ich noch nicht zu sagen, möglicherweise verdankt es seine Entstehung nur einer zufälligen Veränderung im Lauf der Stromfurche. Jedenfalls enthält es sichere Fossilien von Kiefern, direkt auf dem Eisseesediment ruhend. Dieses warme Klima scheint, der Dicke der Sedimente nach zu urteilen, eine sehr lange Dauer gehabt zu haben, aber es wurde schliesslich von einer kälteren Periode abgelöst, welche die Kieferngrenze zu ihrer jetzigen Lage herabpresste. Ein grösserer Unterschied in der Mächtigkeit der Schichten des ganzen Sedimentenkomplexes, auf Schwankungen in der Niederschlagsmenge hindeutend, konnte nicht entdeckt werden. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass solche, obgleich weniger in die Augen fallend, durch kommende Untersuchungen bestätigt werden können.

Diese Darstellung der Lagerungsverhältnisse in Arpojaure muss natürlicherweise als eine preliminäre angesehen werden. Es ist daher meine Absicht, während des kommenden Sommers eine systematische Untersuchung dieser Seesedimente zu machen. Est scheint nämlich nicht unmöglich zu sein, durch eine solche eine feste Zeitbestimmung sowohl der Länge der postglacialen Zeit als der Dauer der verschiedenen Klimaperioden zu erhalten.

### **Die Grösse der Regionenverschiebungen in vertikaler und horizontaler Richtung.**

Arpojaure ist gegenwärtig der am höchsten gelegene mit Sicherheit bestätigte Fundort fossiler Kiefernreste in dem Könkäma-Flusstal. Die Niveaudifferenz zwischen der früheren höchsten rationellen Nadelwaldgrenze und

der jetzigen ist also wenigstens 141 m. Dies ist aber ein Minimum, da es sehr wahrscheinlich ist, dass wenigstens ein Teil der in den See-Sedimenten eingelagerten Kiefernreste vom Bach von ihrer Wuchsstätte an der Gebirgsböschung darüber niedergeschwemmt worden ist. Das reiche Vorkommen von Kiefernresten und die zahlreichen gut ausgebildeten Zapfen geben ein unzweideutiges Zeugnis ab, dass wir es hier mit wirklichem Kiefernwald zu tun haben, in oder wahrscheinlich etwas unter der rationalen Nadelwaldgrenze gelegen. Einen etwas höheren Wert für die frühere Birkengrenze gibt ein Fund fossiler Birkenrinde in Torfablagerungen bei einem See auf Roston Selkä ab. Laut Aneroidabwägungen liegt der fragliche See 765 M. ü. d. M., und da die jetzige Birkengrenze, hoch berechnet, auf 600 M. ü. d. M. geschätzt werden kann, gibt dieser Fund einen Niveau-Unterschied von 165 M. an die Hand.

Ausser diesen näher untersuchten Funden von Kiefernresten oberhalb der jetzigen Nadelwaldgrenze ist eine ziemlich grosse Menge sowohl im Kōnkämä-Tal als im Pulsujoki-Tal im Kirchspiel Karesuando zu Tage gekommen. Die Zeit ist leider zu kurz gewesen, um nähere Untersuchungen zugleich mit dieser zu erlauben. So viel kann jedoch mit Sicherheit behauptet werden, dass wir nicht mit einzelnen fossilen Vorposten isolierter Kiefern zu tun haben, sondern die gefundenen Kiefern-fossilien sind die Reste eines wirklichen Kiefernwaldes.

Die verschiedenen Lokale, wo Kiefern-fossilien angetroffen worden sind, bei Namen zu nennen ist mir leider unmöglich, da aus allen vorhandenen Karten keine Auskunft ermittelt werden konnte. Ich habe mich deshalb darauf beschränken müssen, auf der beigefügten Kartenskizze alle bis jetzt bekannten Fundorte anzugeben. Es dürfte indessen mit Hilfe dieser Skizze, sowie durch Anfragen bei den Alpenhüttenbewohnern sehr leicht sein, die auspunktirten Lokale wiederzufinden. Für eine grosse Anzahl von Mittheilungen über fossile Kiefernreste im Kinkämä-Tal bin ich Herrn Cand. ph. S. MÄRTENSON Dank schuldig, der seine Beobachtungen gütigst zu meiner Verfügung gestellt hat.

Eine Angabe, dass an zwei verschiedenen Stellen bei dem südlichen Ufer des Kilpisjärvi fossile Kiefernreste gefunden worden seien, ist mir von einem alten Lappen überliefert worden; als nicht völlig sicher sind sie jedoch auf der Kartenskizze nicht verzeichnet worden. Man erzählt auch von Funden von Kiefernstämmen in einem See, Saanajaure, auf dem Gebirge Saana am nördlichen Ufer des Ala Kilpisjärvi, 735 M. ü. d. M. Ich besuchte daher den Platz, konnte aber trotz genauer Untersuchungen keine Spur von Kiefernresten dort entdecken. Auf Grund dessen wage ich es, die Angabe in Zweifel zu ziehen. Wahrscheinlich dürften indessen Kiefernreste von einem Lappen an einem anderen Platz auf Saana wahrgenommen worden sein, in diesem Falle aber wahrscheinlich in einen niedrigeren Niveau.

Während eines Theiles der postglacialen Zeit haben also sowohl die Birken- als die Kiefern-grenzen unstreitig eine höhere Lage gehabt,

wenigstens 150 M. höher als gegenwärtig. Welchen Einfluss eine solche hohe Lage der Baumgrenzen in diesen Gegenden auf die Ausdehnung der *regio alpina*, *subalpina* und *sylvatica* gehabt haben, ist auf der Kartenskizze in grossen Zügen angedeutet worden. Man muss sich jedoch erinnern, dass die hier angedeutete Ausdehnung der *Regio alpina* ein Maximum ist, während die Grenzen aufwärts der *regio subalpina* und *sylvatica* Minimalwerte sind. Der Birkenwald in Karesuando hat also einmal an mehreren Stellen über den Gebirgsgücken mit dem norwegischen Birkenwald zusammengehungen. Der Kiefernwald hat auch ganz sicher wenigstens an einer Stelle, nämlich längs des Könkämä-Tales bei Kilpisjärvi, mit jenem auf dem norwegischen Teile der Wasserscheide zusammengehungen. Es scheint auch nicht ganz unwahrscheinlich, dass man einen solchen Zusammenhang längs Pulsujoki, Kiepamajoki und Kiepamajärvi durch künftige Untersuchungen aufweisen können wird. Vorläufig tut man jedoch am besten, einen solchen nicht anzunehmen.

#### Versuch von Zeitbestimmungen mit Rücksicht auf die Regionenverschiebungen.

Der Zeitpunkt der letzten Abschmelzungsstadien in den norrländischen Gebirgsgegenden ist noch immer in Dunkel gehüllt. L. VON POST<sup>1</sup> scheint ihn, was Norrland betrifft, in die Ancycluszeit verlegen zu wollen. HAMBURG<sup>2</sup> glaubt in den Sarekgebirgen Gründe gefunden zu haben, die für eine rasche Abschmelzung der letzten Eisreste sprechen, und bringt diese in Verbindung mit dem Eintreten einer wärmeren Klimaperiode. Auf ein wärmeres Klima während dieses Abschmelzungsstadiums des Eises deuten auch die Lagerungsverhältnisse in den beschriebenen Profilen aus dem Kirchspiel von Karesuando. Besonders die Arpojaure-Sedimente, wo gleich über den Eisseeablagerungen kiefernführende Bildungen aufzutreten beginnen, sind sehr bezeichnend. Ein solches warmes Klima dürfte mit Rücksicht auf die übrigen bekannten Verhältnisse der Temperaturschwankungen in postglacialer Zeit frühestens in der Ancyclusperiode denkbar sein.

Man begeht also kaum eine Übereilung, wenn man die untersten Teile des Arpojaure-Sediments in den Anfang der Litorina- oder vielleicht in den Schluss der Ancycluszeit verlegt. Falls nicht künftige Untersuchungen zeigen, dass das Eis in diesen Gegenden bis weit in die Litorinazeit hinein liegen blieb, dürften die Arpojaure-Ablagerungen stark für die Annahme sprechen, dass die Temperatur auch während der atlantischen Periode höher war als jetzt. HÖGBOM's Theorie, dass das Klima zu dieser Zeit verhältnismässig kalt und feucht gewesen sei, lässt sich mit einer so hohen Lage der Baumgrenzen nicht vereinigen.

<sup>1</sup> G. F. F. 1909, Bd. 31, häft. 7, p. 697.

<sup>2</sup> G. F. F. 1909, Bd. 31, häft. 6, p. 420.

Ein für die subboreale Periode charakteristisches Niveau konnte in dem Arpojaure-Sediment nicht konstatiert werden. In dem Niedermoor bei Siikavuopio gab es jedoch ein wohl ausgebildetes, sehr ausgedehntes Lager von Stümpfen, mit *Carex*-Torflagern darunter und darüber. Infolgedessen glaube ich gute Gründe zu haben, die oberen Teile des Lagers b bei Arpojaure für gleichaltrig mit dem eben erwähnten Lager von Stümpfen zu halten. Das Fehlen von stratigraphischen Unterschieden zwischen den atlantischen und den subborealen Bildungen bei Arpojaure — wenigstens von deutlichen — weist vielleicht darauf hin, dass zwischen den beiden Perioden in den kontinentalsten Gegenden von ganz Skandinavien keine grösseren Schwankungen im Feuchtigkeitsgehalt der Luft stattfanden.

Was den Zeitpunkt des Eintritts der postglacialen Klimaverschlechterung betrifft, stehen meine Profile in voller Übereinstimmung mit SERNANDERS Erfahrungen hierüber. Da die Verfechter der BLYTT-SERNANDER'sche Theorie aus biologischen, paläontologischen und hydrographischen Gründen zu der Ansicht gekommen sind, dass die Waldgründe in den oberen Teilen der Torfablagerungen der Niedermoore sowohl wie der Moore, eine trockene und warme Klimaperiode andeuten, im Gegensatz zu der darauf folgenden kälteren und feuchteren subatlantischen Periode, dürfte wohl der Umstand, dass Kiefernreste von dem Stumpflager angefangen bei Siikavuopio nicht mehr vorkommen, nicht auf einem blossen Zufall beruhen, zumal da das in Rede stehende Profil im übrigen in keiner Richtung von dem abweicht, was man in den südlicheren Teilen Schwedens beobachtet hat.

Zum Schluss mag auf die bemerkenswerte Tatsache aufmerksam gemacht werden, dass die Regionenverschiebungen, die in den schwedischen Gebirgen stattgefunden haben, mit denen in den süd-norwegischen, was die Grösse betrifft, nicht gut übereinstimmen<sup>1</sup>. Nach den bisherigen Beobachtungen zu schliessen, waren die Verschiebungen in gewissen Teilen von Norwegen beträchtlich grösser als auf der schwedischen Seite des »Kölen«. Eine derartige Ungleichheit könnte vielleicht erklärt werden, wenn die Zunahme der Luftfeuchtigkeit, z. B. infolge von Änderungen in der Windrichtung beim Eintritt der subatlantischer Zeit in Norwegen grösser war, als im Osten der Bergkette. Indessen wäre eine Revision der Beobachtungen aus Norwegen wünschenswert, da die Angaben über die jetzige Lage der rationellen Kiefern Grenze etwas unsicher scheinen.

<sup>1</sup> Vgl. A. GAVELIN l. c. p. 150.

**Tafel 8.**

Karte über die Verschiebungen der Birken- und Kiefern-Waldgrenzen in Karesuando in schwedisch Lappland.

## **12. Der Pegmatit von Ytterby.**

Von

**Ivar Nordenskjöld.**

### **Vorwort.**

Schon im Jahre 1902 schlug mir Professor HÖGBOM vor, die ganz zerstreute Literatur über Ytterby zu bearbeiten und zusammenzufassen.

Eine solche Arbeit wurde zuerst von Cand. Phil. A. LARSSON entworfen, aber mit seinem Tode abgebrochen.

Unter dem Materiale, auf welches meine vorliegende Abhandlung sich gründet, habe ich mit Dankbarkeit die Notizen über einige seltene Minerale zu erwähnen, welche von LARSSON nachgelassen wurden, und noch eine Sammlung von Dünnschliffen, die er zusammengebracht hatte. Die Arbeit LARSSONS scheint zum Teil in anderem Masstabe als die vorliegende angelegt gewesen zu sein. Aus seinen Anzeichnungen geht hervor, dass er gedacht hatte, die Analysen sämtlicher Ytterby-Mineralien zu revidieren, doch hatte er dies nur in ein Paar Fällen begonnen.

Indessen scheint es mir, als ob eine derartige Analysenarbeit nicht notwendig wäre und ich habe dieselbe meistens unterlassen, ausser wo sie von besonderem Interesse war, um die sekundären Veränderungen der Minerale zu erklären.

Eine kurze Zusammenfassung von Daten betreffs des Feldspatsbruchs von Ytterby und dessen Minerale habe ich früher in »Skandinavisk Tidskrift för Lervaru-industri« im Jahre 1904 publiciert. Meine Absicht war diese vollständigere Darstellung unmittelbar nachher zu vollenden, aber dazwischenkommende Aufgaben haben mich mehrmals genötigt, sie aufzuschieben.



### Historisches.<sup>1</sup>

Der Feldspatbruch von Ytterby ist auf der Insel Resarö gelegen, etwa 3 km. nördlich von der Stadt Waxholm etwa 20 Kilometer ENE von Stockholm.

Wann die Grube angelegt wurde, kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Professor JOH. GADOLIN, damaliger Adjunkt der Chemie an der Universität zu Åbo in Finland, spricht im Jahre 1794 von »Ytterby stenbrott, därest en hwit Fältspat för Stockholms Porcellinsbruk uptages», und der schwedische Mineraloge HISINGER erwähnt in seiner Mineralgeographie vom Jahre 1808, dass dort »uppspränges hvit qvarts för glasbrukens och krukmakares behof och fältspat till postlins beredning».

Der Name Ytterby scheint zum ersten Male in der Literatur im Jahre 1788 vorzukommen, als der Berghauptmann BENG T REINHOLD GEIJER, der damalige Direktor der Porzellanfabrik von Rörstrand, ein neues von Leutenant ARRHENIUS bei Ytterby gefundenes Mineral (*Gadolinit*) beschreibt. Der Bruch dürfte auch nicht viel früher angelegt gewesen sein, und man kann annehmen, dass die Gewinnung des Feldspats am Ende der 1780:er Jahre begann.

Die Grube hat seit dieser Zeit verschiedene Male Besitzer gewechselt. Nach der Grubenordnung gehörten nämlich die Feldspatvorkommnisse zu denen, die gemutet werden konnten. Wenn der Besitzer die vorgeschriebenen Arbeiten versäumte, könnte demnach die Grube von Anderen gemutet werden. In dieser Weise scheint die Grube in den Besitz der Porzellanfabrik Gustafsberg gekommen zu sein.

Am Ende der 1850:er Jahre ging indessen der Feldspatbruch wieder in den Besitz Rörstrands über und diese Fabrik hat die Grube seitdem bearbeitet.

Die Grube selbst scheint zu dieser Zeit ziemlich wenig bearbeitet und nicht sehr tief gewesen zu sein. Erst in den 1860:er Jahren fing man an den Feldspat in der Tiefe zu verwerten, und seitdem ist die Arbeit mit wechselndem Erfolg unter Leitung des jetzigen Grubensteigers P. PEHRLING getrieben worden.

Der Gehalt an Feldspat und Quarz ist sehr wechselnd gewesen. In der Tat besteht die Lagerstätte aus einem zusammenhängenden System von Linsen. Bald fand so das Brechen auf einem mehr als 20 M. langen und 10 M. breiten Gebiet statt, bald war der Arbeitschacht schmaler ge-

#### <sup>1</sup> Literatur:

- 1808. HISINGER: Samling till en Mineralogisk Geografi öfver Sverige.
- 1843. HISINGER: Handbok för mineraloger under resor i Sverige.
- 1882. E. SVEDMARK: Ytterby fältspatbrott och mineral. G. F. F. VII. 796.
- 1883. E. SVEDMARK: Beskrifning till kartbladet Vaxholm. S. G. U. N:o 88. Ser. Aa.
- 1890. W. PETERSSON: Studier öfver gadolinit. G. F. F. XII. 275—347.
- 1904. I. NORDENSKJÖLD: Ytterby fältspatbrott. Skand. Tidskr. f. Lervaru- och Stenindustri.

worden, so dass der ausgebrochene Feldspat den passierenden Hisskörben kaum hinreichenden Raum gelassen hat. Die Linsen werden schnell schmaler und sind nur mit einander mittels eines dünnen Stranges von einigen Metern Mächtigkeit oder weniger verbunden. Mehrmals hat man geglaubt, dass die Grube erschöpft wäre, wenn man den Boden einer solchen Linse erreichte und dann dachte man daran, den Betrieb aufzugeben; dann ist die Grube aber gegen alle Vermutung noch einmal ausgiebig geworden, indem man in eine neue Linse kam.

Unter solchen Umständen hat man verschiedene andere, nunmehr niedergelegte Brüche, wie die der Ryssudde, an den Rönsholmarne, und der Skarpö und der Bruch bei Svinninge auf dem Fastlande aufgenommen; der letzte ist noch immer ergiebig.

Im Jahre 1883 gibt SVEDMARK an, dass die Tiefe der Grube etwa 130 M. war. Am Ende der 1890:er Jahre hatte man die Grube bis zu einer Tiefe von 165 M. weitergeführt.

Die oberste Linse, wo der Feldspat am Tage lag, hatte eine Länge von 16.5 M. und eine Breite von 12 M. Die folgende Linse hatte in der Tiefe von 24 M. eine Grösse von  $22.5 \times 10.5$  M., und in der Tiefe von 48 M. die Grösse von  $18 \times 9$  M. In der Tiefe von 63 M. ist ein hölzerner Boden, unter welchem die Grube voller Wasser ist. Hier werden von dem Bruchjournal nicht weniger als fünf Linsen angegeben:

( $18 \times 7.5$  M.,  $13.5 \times 6$  M.,  $18.5 \times 6$  M.,  $18 \times 6$  M. und  $18 \times 4.5$  M.).

Wie man sieht, waren die Linsen gegen die Tiefe zu immer mehr geplattet worden und als ihre Mächtigkeit bis zu 4 oder 5 M. reduziert war, wurde die Grube in der Tiefe als erschöpft angesehen, und man sah sich nach der Möglichkeit um, die Arbeit in einer anderen Richtung fortsetzen zu können.

Die Versuchsbohrungen zeigten, dass der Feldspat gegen Norden weiter ging. Deshalb hat man auch in dem nördlichen Teil der Grube in einer Tiefe von etwa 60 M. einen Ort gesprengt. Im Jahre 1902 wurde angegeben, dass derselbe 18 M. lang und 8.5 M. breit war, und jetzt (Aug. 1908) hat man den Ort 34 M. vom grossen Schacht getrieben; damit aber ist man bis zur Grenze des Feldspats gekommen und seitdem hat man gegen die Tiefe gesprengt. Der Vorrat an Feldspat ist jedoch nicht gross.

Der Feldspat, welcher bei Ytterby gewonnen wird, ist zum Teil ein roter Kalifeldspat, zum Teil auch Kalk-Natronfeldspat. Der Kalifeldspat ist am wertvollsten und kommt am reichlichsten vor. Er ist wegen seiner Leichtflüssigkeit und seines geringen Eisengehalts besonders zur Bereitung von feinerer Porzellanmasse geeignet.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Feldspatarten geht aus folgenden von Rörstrands Porzellanfabrik mitgeteilten Analysen hervor:

*Feldspat.*

	Roter:		Weisser:
	I	II	III
Kieselsäure	64.32 %	64.40 %	63.00 %
Tonerde	19.41	19.30	23.00
Eisenoxyd	0.14	0.30	0.30
Calciumoxyd	spur	0.40	2.60
Magnesiumoxyd	0.35	—	0.03
Manganoxydul	—	—	spur
Kaliumoxyd	12.90	12.56	0.38
Natriumoxyd	2.10	2.68	10.32
Glühverlust	0.57	—	—
	99.79	99.64	100.13

I und III von Ytterby.

II von Svinninge.

Betreffs des Gewinnes an rotem Feldspat (hauptsächlich Mikroklinit), weissem Feldspat (überwiegend Oligoklas) und Quarz hat der Grubensteiger PEIRLING folgende Angaben mitgeteilt, welche im Auszuge unten angeführt werden:

Periode.	Roter Feldspat.	Weisser Feldspat.	Quarz.
1865—69	1,685 t.	704 t.	140 t.
1870—74	3,929 »	162 »	111 »
1875—79	4,140 »	— »	635 »
1880—84	5,326 »	— »	2,600 »
1885—89	1,899 »	96 »	4,866 »
1890—94	1,163 »	932 »	3,816 »
1895—99	2,487 »	536 »	3,127 »
1900—04	2,829 »	215 »	1,317 »
Für die ganze Periode 1864— <sup>1</sup> / <sub>8</sub> 1908	25,453 »	3,019 »	17,536 »

Diese Zahlen können jedoch nicht die Mittelzusammensetzung des Pegmatits repräsentieren, da die Feldspatmengen verhältnismässig zu klein sind, indem die Halden hauptsächlich Feldspat mit eingesprengtem Quarz enthalten, der wahrscheinlich keineswegs immer in den selben Proportionen wie in dem Pegmatitgange selbst vorhanden ist.

Das Brechen hat sich ungleichmässig vollzogen, indem man anfänglich vielen Quarz nächst dem Hange gelassen und denselben erst später verwertet hat. Seit 1899 geht die Gewinnung von Feldspat und Quarz in dem obengenannten Orte fort. Nach Angabe von Herrn Ingeniör K. ALMSTRÖM, dem Direktor der Porzellanfabrik von Rörstrand, wird nur

ein wenig beträchtlicher Teil von dem Feldspat bei uns in Schweden verwendet; der Hauptteil wird exportiert, hauptsächlich nach Stettin, Antwerpen und russischen Häfen. Der Feldspat bedingt einen Preis von 9 24 Kr. pr Tonne, je nach der Reinheit.

### Die Gesteine der Umgebung.

Ein Blick auf das geologische Kartenblatt »Waxholm« zeigt, dass die Insel Resarö und die Umgegend überwiegend aus Gneiss besteht. Dass herrschende Gestein ist ein granitischer Augengneiss, mittelkörnig, grau, mit Augen aus rotem Ortoklas. Er führt oft Hornblende, und je grösser der Gehalt an Hornblende ist, desto mehr treten die Augen sowohl an Grösse als Anzahl zurück. Schliesslich kann das Gestein ganz und gar in Hornblendegneiss übergehen. Dieser Hornblendegneiss tritt in der unmittelbaren Nachbarschaft des Feldspatbruches von Ytterby zu Tage. Stellenweise konzentrieren sich die dunklen Minerale, vorzugsweise die Hornblende, in der Form bandähnlicher Einlagerungen von Amphibolit. Eine solche Einlagerung von nur einigen Centimetern Mächtigkeit kommt in dem Liegenden vor, wo der Pegmatit auszukeilen scheint. An anderen Lokalen können die dunklen Minerale aber ganz und gar fehlen.

Quer über die ganze Resarö von WNW zu ESE geht ein mächtiger Strich von Diorit. Man kann ihn von Resaröström über Öfverby zum Feldspatbruche bei Ytterby und weiter bis zu dem aufgegebenen Bruche an der Ryssudde verfolgen. Der Diorit tritt auch zu Tage an den Inselchen Rönsholmarne östlich von der Resarö.

Der Diorit besteht aus Plagioklas und Hornblende, dazu kommen Diallag, Quarz und Biotit, ferner Magnetit und Titanit. Die Grenze gegen die umgebenden gneissartigen Gesteine ist nicht recht scharf; gewöhnlich geht der Diorit allmählich unter Aufnahme von Ortoklas und mit abnehmendem Gehalt an Hornblende in den Gneiss über. Solche Dioritmassive kommen in ziemlich grosser Anzahl in der Nähe vor und zeigen dann immer diese Übergänge zu den umgebenden Gneissen.

Nicht selten tritt Pegmatit zwischen dem Diorit und dem Gneiss auf. Diese Pegmatitgänge erreichen stellenweise eine beträchtliche Mächtigkeit und sind dann besonders grobkrySTALLINISCH. Der Quarz und der Feldspat können mehrmals als grosse von einander wohl separierte Klumpen vorkommen. An solchen Stellen hat man zu technischem Zwecke versucht ausser dem Feldspat auch den Quarz zu verwerten. An den bedeutendsten von diesen Pegmatit-Vorkommnissen ist die Grube von Ytterby angelegt worden. Der Pegmatitgang hat hier einen sehr unregelmässigen Lauf. Dessen Aussehen im Felde kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden, da er nur bei der Grube selbst unbedeckt ist.

Gleich nördlich von dem Bruche scheint der Pegmatit in einer

gneissigen, hin und wieder schriftstruirt Bänder und Linsen enthaltenden Bergart auszukeilen.

Setzt man in derselben Richtung fort bis zum Ufer von Trälhafvet, befindet man sich bald bei dem obengenannten niedergelegten Bruche am Ryssudde, der gleichartig mit dem Ytterby-Bruche zu sein scheint.

Die Feldspatgrube bei Ytterby besteht, wie oben erwähnt ist, aus einer Reihe ausgebrochener Linsen, welche gleich einem Perlenband in der Tiefe zusammenhängen.

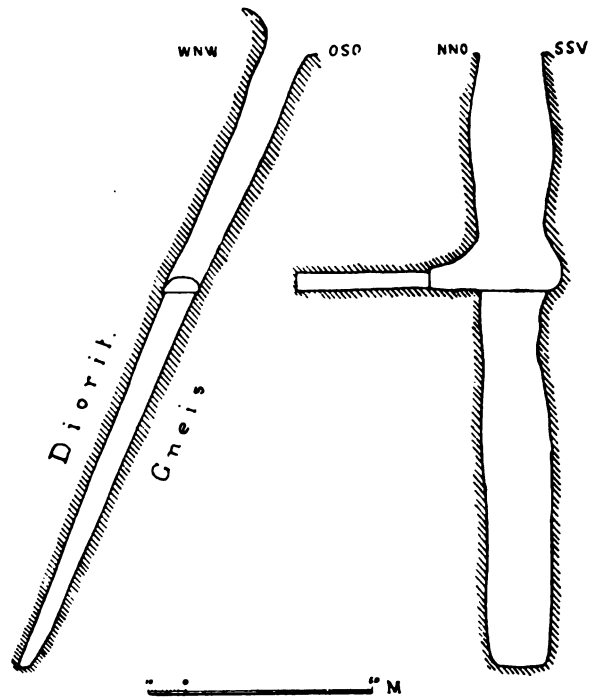


Fig. 1. Sectionen durch die Pegmatitgrube zu Ytterby.

Die Sektionen der Grube zeigen das ungefähre Aussehen des Ganges; zwar hat man meistens nicht weiter gebrochen als der Vorrat an Feldspat bedingt hat, doch hat auch stellenweise das Nebengestein gebrochen werden müssen, besonders im Liegenden und aus diesem Grunde ist der Umriss der Schnitte mehr gleichmässig als der Pegmatit. Gegen den Hang aber hat man an vielen Stellen grosse Partien von Quarz gelassen, welche erst in der letzten Zeit ausgebrochen worden sind.

## Die Minerale des Ytterby-Pegmatits.

### Übersicht.<sup>1</sup>

Der Bau des Ytterbyganges ist nicht sehr regelmässig. Im grossen kann man jedoch eine gewisse Zonarstruktur wahrnehmen, welche sich besonders an den Seiten des Ganges geltend macht. Im allgemeinen ist der Pegmatit bei dem Nebengestein feinkörnig und wird gröber, je länger gegen die Mitte man hineinkommt.

Dem Liegenden zunächst besteht der Gang aus einem feinkörnigen, zum Teil aplitartigen Granit. Der Kontakt des Ganges mit dem Hornblendegneiss ist, wie oben erwähnt, ziemlich schwierig wahrzunehmen, was SVEDMARK veranlassen hat einen kontinuierlichen Übergang von dem Gneisse zu dem Pegmatit anzunehmen. Ziemlich scharf tritt indessen diese Grenze bei dem nördlich von dem Bruche gelegenen Schurfe hervor. Die wenig gut markierte Grenze ist wohl aus einem Zusammenschmelzen im Kontakt erfolgt und in solchem Falle als ein Beweis der hohen Temperatur anzusehen, welche bei der Bildung des Ganges geherrscht hat. Es muss indessen bemerkt werden, dass die Grenze gegen das Nebengestein im Allgemeinen bei Pegmatitgängen scharf ist.

Weiter in den Gang hinein ist die Korngrösse der Minerale gewachsen und man kommt in eine Schriftgranitzone hinein. Anfangs besteht diese Zone aus kleinen Feldspatindividuen, die von Quarzstengeln durchdrungen sind, dann aus grösseren — mehr als decimetergrossen — mit quarzfreiem Feldspat abwechselnd. Der Schriftgranit erstreckt sich gewöhnlich nicht weit in den Gang hinein. Der Verlauf des Ganges ist jedoch nicht immer so regelmässig, wie hier angedeutet ist, sondern der Schriftgranit schlägt quer über den Gang Brücken oder kann auch irgendwo anschwellen und den ganzen Gang ausfüllen. Es ist gar nicht selten, dass die Pegmatitgänge, die häufig auf den Scheeren von Upland und Södermanland

#### <sup>1</sup> Literatur:

- 1816. GAHN und BERZELIUS: Untersuchungen einiger in der Nähe von Falun gefundenen Fossilien. Schweig. J. Bd XVI.
- 1844. SCHEERER: Über den Norit und die auf der Insel Hitterö in dieser Gebirgsart vorkommenden mineralreichen Granitgänge: *Gæa norvegica* 1844 H. II. S. 329.
- 1855. A. E. NORDENSKJÖLD: Beskrifning öfver de i Finland funna mineralier. Helsingfors 1855. (Auch Helsingfors 1863).
- 1855. FORBES und DAHL: Mineralogiske Iakttagelser omkring Arendal og Kragerö I. *Nyt mag. f. Naturv.* B. 8.
- 1856. FORBES und DAHL: Mineralogiske Iakttagelser etc. II. ebenda B. 9.
- 1872. NORDSTRÖM: Om de i Falutrakten förekommande mineralbrott. *G. F. F.* Bd. I. 119.
- 1880. BRÖGGER: Nogle bemerkninger om pegmatitgangene ved Moss och deres mineralier. *G. F. F.* Bd V.
- 1883. BRÖGGER: Die Mineralien der Pegmatitgänge bei Moss. *Neues Jahrbuch* 1883.
- 1890. BRÖGGER: Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der süd-norwegischen Augit- und Nephelin-Syenite. *Z. f. Kryst.* XVI. 206.
- 1906. BRÖGGER: Die Mineralien der südnorwegischen Granitpegmatitgänge. *Vid. Selsk. No 6.* 1906.

auftreten, ganz und gar von Schriftgranit gefüllt sind; dadurch werden dieselben natürlich aus technischem Gesichtspunkte völlig wertlos.

Wenn das schriftstruierte Gestein aufhört, treten im Inneren des Ganges Quarz und Feldspat von einander wohl separiert auf und werden hie und da von grossen Glimmerplatten durchgezogen. Je länger gegen die Mitte des Ganges man kommt, um so viel grösser werden die Individuen. Der innerste Teil des Ganges ist von grossen Klumpen — oft einen halben Meter oder mehr im Durchschnitt — von reinem Quarz und Feldspat gefüllt.

Der Gang ist inzwischen nicht völlig symmetrisch gebaut. Gegen den Diorit in dem Hange geht der Schriftgranit schnell in ein gneissiges Gestein über und an der Grenze gegen den Diorit gibt es ein Band von einem glimmerreichen Gneiss mit einer Stärke von etwa einem Centimeter. Bei dem Kontakte am Hange findet sich eine sehr schieferige Schicht von glimmerschieferartigem Aussehen.

Der Ytterbyer Pegmatit besteht aus den folgenden *Hauptmineralien*.

<i>Mikroclinpertit.</i>	<i>Biotit.</i>
<i>Plagioklas.</i>	<i>Chlorit.</i>
<i>Quars.</i>	<i>Muscovit.</i>

Überwiegend sind Kalifeldspat und Quarz; Biotit ist in weit grösserer Menge als Muscovit vorhanden. Der saure Plagioklas ist wesentlich von der Zusammensetzung des Oligoklases; reiner Albit ist selten.

*Übrige Minerale*, sind:

<i>Gadolinit.</i>	<i>Magnetit.</i>
<i>Epidot.</i>	<i>Titanomagnetit.</i>
<i>Ortit.</i>	<i>Magnetkies.</i>
<i>Granat.</i>	<i>Pyrit.</i>
<i>Turmalin</i> (sehr selten).	<i>Bleiglanz.</i>
<i>Cordierit.</i>	<i>Molybdänglanz.</i>
<i>Beryll.</i>	<i>Chlorit.</i>
<i>Fergusonit</i> (gelber und schwarzer)	<i>Kalkspat.</i>
<i>Yttrotantalit.</i>	<i>Sericit.</i>
<i>Xenotim.</i>	<i>Arrhenit.</i>
<i>Apatit.</i>	<i>Wasit.</i>
<i>Flusspat.</i>	<i>Tengcrit.</i>
<i>Anderbergit. (cyrtozite)</i>	<i>Bergpech.</i>

Ich mache hier eine Zusammenstellung der Mineralgesellschaft der wichtigsten Nordischen Pegmatitvorkommnisse.

## Mineralgesellschaft einiger Nordischer Pegmatitvorkommnisse.

Minerale.	Ytterby	Finbo	Brodbo	Kälarfvet	Utö	Moss	Arendal	Hitterö	Tammela
<i>Silikate.</i>									
Gadolinit . . . . .	×	×	×	×	—	×	—	×	—
Granat . . . . .	×	×	×	×	×	×	×	—	—
Thorit . . . . .	—	—	—	—	—	—	×	×	—
Zirkon (Malakon) . . . . .	×	×	×	—	×	×	×	×	—
Beryll . . . . .	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Epidot . . . . .	×	—	—	—	×	×	×	—	—
Ortit . . . . .	×	×	×	×	—	×	×	×	—
Spodumén . . . . .	—	—	—	—	×	—	—	—	×
Petalit . . . . .	—	—	—	—	×	—	—	—	—
Cordierit . . . . .	×	×	—	—	—	—	×	—	×
<i>Fluor-Silikate.</i>									
Topas . . . . .	—	×	×	×	—	×	—	—	—
Lepidolit . . . . .	—	—	—	—	×	—	—	—	—
<i>Bor-Silikate.</i>									
Turmalin . . . . .	×	—	—	—	×	×	×	—	×
Datolit . . . . .	—	—	—	—	×	—	×	—	—
Apophyllit . . . . .	—	—	—	—	×	—	—	—	—
<i>Titan-Silikate.</i>									
Ytrotitanit . . . . .	—	—	—	—	—	—	×	—	—
Titanit . . . . .	—	—	—	—	—	—	×	—	—
<i>Niob-Tantalate.</i>									
Tantalit . . . . .	—	×	×	—	×	—	—	—	×
Tapiolit . . . . .	—	—	—	—	—	×	—	—	×
Columbit . . . . .	—	—	—	—	—	×	×	×	×
Ytrotantalit . . . . .	×	×	×	×	—	×	×	—	—
Mikrolit . . . . .	—	—	—	—	×	×	—	—	—
Samarskit . . . . .	—	—	—	—	—	×	—	—	—
Fergusonit . . . . .	×	—	—	×	—	×	×	—	—
Hjelmit . . . . .	—	—	—	×	—	—	—	—	—
<i>Titan-Niob-Tantalate.</i>									
Äschynit . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	×	—
Euxenit . . . . .	—	—	—	—	—	—	×	×	—
Polykras . . . . .	—	—	—	—	—	×	—	×	—
<i>Phosphate.</i>									
Xenotim . . . . .	×	—	—	—	—	×	×	×	—
Monazit . . . . .	—	—	×	×	—	×	×	×	—



Minerale.	Ytterby	Finbo	Broddbo	Kärrårvet	Uto	Moss	Arendal	Hitterø	Tammelva
<i>Fluor-Phosphate.</i>									
Apatit . . . . .	×	—				×	×	×	×
<i>Uranate.</i>									
Uranpecherz . . . . .	—	—				×	×		—
<i>Fluoride.</i>									
Flusspat . . . . .	×	×	×	×	×	×	×		—
Ytrocirit . . . . .	—	×	×	×					—
Fluocirit . . . . .	—	×	×						—
<i>Oxyde.</i>									
Zinnstein . . . . .	—	×	×	×	×			—	—
<i>Bitume.</i>									
Bergpech . . . . .	×	—	×		×	—	×	—	—

Ausser den schon erwähnten Fundorten der Minerale der seltenen Erden und Metallsäuren, dürften auch die folgenden mehr oder weniger bekannten schwedischen Vorkommnisse angeführt werden.

**Österby** (St. Skedvi Kirchspiel, Dalecarlien): *Gadolinit*, *Monazit*, *Ortit*, *Fluocirit*, *Thalcnit*.

**Slättåkra** (Alsheda Kirchspiel, Småland): *Ortit*, *Polykras*.

**Nohl** (Starrkärrs Kirchspiel, Vestergötland): *Gadolinit*, *Nohlit*, *Blomstrandit*.

**Karlberg** (St. Tuna Kirchspiel, Dalecarlien): *Yttrotantalit*, *Gadolinit*, *Ortit*.

**Stripåsen** (Vestmanland): *Hjelmit*, *Ortit*, *Tantalit*.

**Holma** (Bohuslän): *Monazit*, *Samaraskit*(?).

Ferner hat man auch gefunden: *Gadolinit* in Dalecarlien bei Lallårvet (in der Nähe von Falun), bei Källviken (Kirchspiel Svärdsjö) und in Bjurås und Äpplebo, in Gestrikland bei Gustafsberg (Torsåkers Kirchspiel), in Småland bei Högsby und in Wärmland bei Taberg. *Ortit*: in Upland auf Skeppsholmen (Stockholm) und bei Uppsala, in Södermanland bei Tunaberg, auf Kolmården und bei Barnängen (Stockholm), in Wärmland in der Agegrube, in Westmanland bei Bastnäs (Riddarhyttan) und in Blekinge bei Djupadal u. a. O. Ausserdem hat man gefunden: *Cerit* in Westmanland bei Bastnäs und *Tantalit*(?) in Småland bei Lindås (Kronobergs län).

Die Mineralassociation, welche also an vielen Orten die Granit-Pegmatite begleitet, ist überhaupt recht konstant. Sie wird dadurch charakterisiert, dass manche von den Mineralen ausser Silicium, auch Bor und Fluor enthalten; dazu kommt in der Regel Phosphor, an dessen Stelle unter gewissen Umständen Niob und Tantal eintreten u. s. w.

Ausser diesen Silikaten, Boraten, Fluoriden und Phosphaten treten sowohl oxydische, als sulphidische Erzminerale auf. Von besonderem Interesse ist das Vorkommen des Zinnsteins, da diese Mineralkombination eben dieselbe ist, welche die speciellen Zinnsteingänge charakterisiert. Der erwähnten Mineralgesellschaft, die man als die Zinnstein-Association bezeichnet, schliessen sich gern Minerale an, die Titan, Wolfram, Molybden und Uran enthalten. An gewissen Orten hat die Zinnstein-Association ein besonderes Gepräge durch das Auftreten seltener Erden in Kombination mit den vorher erwähnten Elementen, während an anderen Orten Metallsäuren vorkommen können. An einigen Fundorten können diese beiden Verhältnisse gleichzeitig eintreten. Dies ist der Fall bei Ytterby, an mehreren Stellen in Dalecarlien und im südlichen Norwegen u. s. w.

Die Hauptminerale des Ytterby-Pegmatits sind, wie vorher angegeben ist, Quarz, Feldspat und Glimmer. Der Feldspat ist quantitativ überwiegend; der Glimmer kommt in untergeordneter Menge vor.

#### Kalifeldspat.

Dieser ist hauptsächlich als *Mikroclin* ausgebildet, obgleich es auch *Ortoklas* gibt. Der Mikroclin ist blassrot bis fleischrot, oder auch bräunlich gefärbt. Die Farbe kann jedoch nicht von dem Gehalt an Eisen verursacht sein, da sie bei dem gebrannten Feldspat vollständig verschwunden ist. Es liegt nahe anzunehmen, dass die Farbe von einer bitumenartigen Substanz abhängt. Zur Stütze einer solchen Ansicht sei hier angeführt, dass man oft kleine Tropfen von Bergpech an Ytterby-Mineralen wahrnehmen kann. Es ist auch dargetan, dass der Gadolinit Einschlüsse von bituminöser Substanz enthält, welche nach PETERSSON dessen Aufschwellen beim Glühen bewirkt.

In dem Mikroclin findet sich in der Regel pertitisch eingewachsener Plagioklas. Die Zusammensetzung des Kalifeldspats geht aus den folgenden Analysen hervor:

	N:o 1	Molekular- verhältnis	N:o 2	Molekular- verhältnis	N:o 3	Molekular- verhältnis
SiO <sub>2</sub> . . . .	64.32 %	1.065	64.40 %	1.066	64.57 %	1.069
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	19.41	0.190	19.30	0.189	19.73	0.193
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	0.14	0.001	0.30	0.002	0.20 <sup>1</sup>	0.001 <sup>2</sup>
CaO . . . .	—	—	0.40	0.007	0.18	0.003
MgO . . . .	0.35	0.009	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O . . . .	12.90	0.137	12.56	0.133	12.26	0.130
Na <sub>2</sub> O . . . .	2.10	0.034	2.68	0.043	3.06	0.049
Glühverlust	0.57	—	—	—	—	—
Summe	99.79		99.64		100.00	

Berechnet man das Verhältnis zwischen den Ortoklas-, Albit- und Anortitsilikaten aus den Gehalten an Kalk, Kali und Natron, bekommt man die folgenden Molekular-Proportionen:

N:o 1 4.0 Or:1.0 Ab:0.0 An  
 N:o 2 3.1 Or:1.0 Ab:0.3 An  
 N:o 3 2.7 Or:1.0 Ab:0.1 An  
 Mittel. 3.3 Or:1.0 Ab:0.1 An

Es geht daraus hervor, dass die Zusammensetzung des Feldspats der Formel: Or<sub>3</sub>:Ab, (An) in runder Zahl entspricht, welche auch nach VOGT die Zusammensetzung des Mikroklinpertits in Kalischriftgraniten an verschiedenen Orten repräsentiert. Es scheint also, als ob man mit einer konstanten Bildung zu thun hätte, welche vielleicht wie der Schriftgranit aufzufassen ist.

Als Ortoklas ausgebildeter Kalifeldspat ist auch bei Ytterby gefunden worden.

Was die Krystallform betrifft, hat man die gewöhnlichen Flächen wahrgenommen. Krystalle von Ortoklas sind indessen sehr selten. Ich habe nur ein einziges Mal einen Ortoklaskrystall von Ytterby gesehen (in der Sammlung von Herrn W. ANDERBERG). Dieser Krystall zeigte die folgenden Flächen:

(010), (001), (110), (021), (130).

HAMBERG<sup>3</sup> gibt an, dass er ausserdem an einem Exemplare grosse Ortopinakoiden (100) gefunden hat.

<sup>1</sup> FeO.

<sup>2</sup> FeO als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> berechnet.

Die Analyse N:o 1 ist von SEGER ausgeführt.

„ „ N:o 2 ist von Rörstrands Laboratorium ausgeführt.

„ „ N:o 3 ist von LINDMAN ausgeführt. (Öf. K. V. A. H. 1860, s. 259).

<sup>3</sup> G.F.F. XVI 1894, s. 389.

### Kalk-Natronfeldspat.

Bei Ytterby findet sich Plagioklas hauptsächlich von der Oligoklas-Zusammensetzung. Reiner Albit ist selten gefunden worden.

Der Oligoklas kommt in grossen weissen Partien, zuweilen mit einem Stiche ins Grauliche, vor. Der Yttrotantalit-führende Feldspat hat oft einen rötlichen Anstrich; nicht selten wird er von roten Adern durchzogen oder auch finden sich rotbraune Partien eingesprengt. Er zeigt in der Regel gute Spaltbarkeit nach der Basis und dem Brachypinakoid. Basis hat oft Perlenmutterglanz und ist zwillinglamelliert. Das Brachypinakoid ist gewöhnlich wellenförmig und weniger glänzend. Die Zusammensetzung des Plagioklases, die ein wenig wechselnd scheint, geht aus den untenstehenden Analysen hervor<sup>1</sup>. Von sämtlichen Analysen stimmt nur N:o 3 völlig mit der Annahme überein, dass der Feldspat eine isomorphe Mischung von Albit und Anortit sein sollte. Da es bisweilen von gewissem Interesse ist zu sehen, innerhalb welcher Grenzen der Feldspattypus wechselt, soll in dem Folgenden ein Versuch gemacht werden, dies klarzustellen.

Will man kritisch das vorliegende Analysenmaterial untersuchen, muss man zuerst prüfen, in welchen Grenzen die Versuchsfehler liegen können und in welche Richtung sie wahrscheinlich gehen. Danach hat man zuzusehen, wie die Analysenziffern mit der mindesten Änderung und innerhalb der angenommenen Grenzen der Versuchsfehler in Übereinstimmung mit dem von TSCHERMAK zuerst aufgestellten und dann von RAMMELSBURG analytisch bestätigten Mischungs-Verhältnisse

$$n \text{ Mol. Albit} + m \text{ Mol. Anortit}$$

gebracht werden können.

Was die Analysenmethoden betrifft, muss man annehmen, dass dieselben bei den älteren Analysen weniger vollkommen, als die jetzigen, gewesen sind. Auch können die Atomgewichte der Elemente einigermassen verschieden angenommen gewesen sein; doch dürfte dies nur bei der Alkali- und Magnesia-Bestimmung merkbar eingewirkt haben.

Es scheint mir, als ob man den Kieselsäurebestimmungen den grössten Wert beimessen könnte. Der Fehler an denselben dürfte nicht 1.5 % des Kieselsäuregehalts überschreiten. Doch muss daran erinnert werden, dass der Feldspat freie Kieselsäure in mikroskopischen Partikeln enthalten kann.

Die Tonerdebestimmungen dagegen können weniger sicher sein, obgleich sie ziemlich konstante Werte zeigen. Teils ist es auch möglich, dass etwas Kieselsäure mit der Tonerde zusammen gekommen ist, teils kann auch Unsicherheit über die ursprüngliche Oxydationsstufe des

<sup>1</sup> ERDMAN, Mineralogi 1853 s. 326.

HINTZE, Handbuch d. Mineralogie 1890 s. 1486.

Tabelle I. *Analysen von Ytterbyer-Oligoklas.*

Mol. gew.	N:o 1		N:o 2		N:o 3		N:o 4		N:o 5		N:o 6		N:o 7		N:o 8	
	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.	%	Mol. verh.
SiO <sub>2</sub> . . . .	61.55	1.017	64.23	1.063	63.19	1.046	62.81	1.039	63.66	1.064	64.81	1.073	63.38	1.049	63.00	1.043
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	23.80	0.233	23.57	0.231	23.52	0.230	23.21	0.227	23.45	0.229	22.99	0.225	22.98	0.225	23.00	0.225
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	—	—	—	—	—	—	0.10	0.001	—	—	—	—	—	—	0.30	0.002
CaO . . . .	3.18	0.057	2.81	0.050	4.81	0.086	3.81	0.068	3.53	0.063	3.15	0.056	3.63	0.065	2.60	0.046
MgO . . . .	0.80	0.020	—	—	—	—	0.18	0.004	0.05	0.01	—	—	—	—	0.03	0.001
K <sub>2</sub> O . . . .	0.38	0.004	0.81	0.009	—	—	0.58	0.006	1.59	0.017	0.82	0.009	0.55	0.006	0.38	0.004
Na <sub>2</sub> O . . . .	9.67	0.156	8.47	0.136	9.01	0.145	8.18	0.132	7.91	0.128	8.89	0.134	9.10	0.147	10.84	0.173
Glühverlust . .	—	—	—	—	—	—	0.81	—	—	—	—	—	0.37	—	—	—
Summe	99.38		99.09		100.53		99.68		100.19		100.66		100.00		100.13	

Tabelle II. *Ytterbyer-Oligoklas*: Molekularverhältnisse;

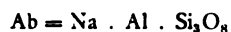
	N:o 1	N:o 2	N:o 3	N:o 4	N:o 5	N:o 6	N:o 7	N:o 8
$R_2O_3$ . . . . .	49.6	54.3	49.9	52.1	52.3	53.1	50.8	50.2
RO . . . . .	16.4	11.7	18.7	16.4	14.6	13.2	14.7	10.4
$R_2O$ . . . . .	34.0	34.0	31.4	31.5	33.1	33.7	34.5	39.4
$SiO_2$ . . . . .	216.4	249.5	226.9	237.2	240.6	253.1	236.8	230.2

Tabelle III. *Oligoklas, teoretisch*: Molekularverhältnisse;

	$ab_3 \text{ an}_1$	$ab_{3,5} \text{ an}_1$	$ab_4 \text{ an}_1$	$ab_{4,5} \text{ an}_1$	$ab_5 \text{ an}_1$	$ab_{5,5} \text{ an}_1$	$ab_6 \text{ an}_1$	$ab_{6,5} \text{ an}_1$
$R_2O_3$ . . . . .	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
RO . . . . .	20.0	18.2	16.7	15.4	14.3	13.3	12.5	11.8
$R_2O$ . . . . .	30.0	31.8	33.3	34.0	35.7	36.7	37.5	38.2
$SiO_2$ . . . . .	220.0	227.3	233.3	238.5	242.9	246.7	250.0	252.9

Tabelle IV. *Resultat der Oligoklasanalysen; Korrekturen.*

Berechnete Zusammensetzung	Korr. in Prozent von				Bemerkungen
	$R_2O_3$	RO	$R_2O$	$SiO_2$	
N:o 1 ( $ab_{4,2} \text{ an}$ ) .	- 0.8	+ 1.2	+ 0.6	+ 8.8	Wahrscheinlich Verlust an $SiO_2$
2 ( $ab_6 \text{ an}$ ) .	- 8.6	+ 6.9	+ 10.3	+ 0.2	Nicht korrigierbar
3 ( $ab_{5,5} \text{ an}$ ) .	+ 0.2	- 2.7	+ 1.0	+ 0.2	Gut korrigierbar
4 ( $ab_{4,1} \text{ an}$ ) .	- 4.2	$\pm$ 0.0	+ 6.7	- 1.2	Korrigierbar
5 ( $ab_{4,5} \text{ an}$ ) .	- 4.6	+ 5.5	+ 4.5	- 0.9	Korrigierbar
6 ( $ab_{4,1} \text{ an}$ ) .	- 6.1	+ 6.9	+ 6.5	- 3.9	Wahrscheinlich ein wenig quarzbemengt
7 ( $ab_{4,6} \text{ an}$ ) .	- 1.6	+ 3.4	+ 0.9	+ 1.1	Gut korrigierbar
8 ( $ab_{7,5} \text{ an}$ ) .	- 0.4	+ 1.0	+ 0.3	+ 11.8	Wahrscheinlich Verlust an $SiO_2$



Eisens obwalten, so dass es zweifelhaft ist, ob das Eisen wirklich mit der Tonerde zusammengerechnet werden darf. Man könnte auch denken, dass der Tonerdeniederschlag nicht hinreichend ausgewaschen wäre. Besonders soll man dies observieren, da dadurch ein Verlust an Kalk verursacht werden kann. Man darf auch nicht vergessen, dass Phosphorsäure spurenweise vorhanden sein kann, obgleich dieselbe bei der Analyse vernachlässigt worden ist. Wahrscheinlich dürfte der Tonerdegehalt zu hoch ausfallen, und der maximale Fehler kann vielleicht auf 5–7 % geschätzt werden.

Die Kalkbestimmung ist wohl, wie oben angedeutet ist, geneigt zu niedrig auszufallen.

Auch die Alkalien geben in der Regel einwenig zu niedrige Zahlenwerte.

In dem Folgenden werden wir als maximale Korrekturen annehmen:

$$\begin{aligned} \text{für } \text{SiO}_2 &\pm 1.5 \quad \% \\ \text{R}_2\text{O}_3 &- 5 \text{ à } 7 \\ \text{RO} &+ 5 \text{ à } 7 \\ \text{R}_2\text{O} &+ 5 \text{ à } 7 \end{aligned}$$

Um die Abweichungen der Analysen von dem teoretischen Mischungsverhältnisse zu veranschaulichen, können wir graphisch in Triangelprojektion das Molekular-Verhältnis

$$\text{R}_2\text{O}_3 : \text{RO} : \text{R}_2\text{O}$$

angeben.

Setzen wir also:

$$\text{R}_2\text{O}_3 + \text{RO} + \text{R}_2\text{O} = 100,$$

erhalten wir die in der beigefügten Tabelle II angegebenen Prozentzahlen.

Der Kieselsäuregehalt ist auch in demselben Massstab umgerechnet. Die Linie ab-an (Fig. 2) gibt die Lage sämtlicher Punkte an, welche die Bedingung

$$\text{R}_2\text{O}_3 = \text{RO} + \text{R}_2\text{O}$$

erfüllen. Sie stellt also alle Albit-Anortit-Mischungen dar.

Die Analysenorte fallen in der Regel ein wenig ausserhalb dieser Linie. Unmittelbar geht es daraus hervor, dass der Tonerdegehalt zu gross ist. Die Korrekturen sämtlicher Ziffern sollen dadurch geschehen, dass die Analysenorte bis zur Linie ab-an gebracht werden. Bringen wir den Punkt längs einer Linie parallel mit der Linie  $\text{R}_2\text{O}_3 - \text{RO}$ , lassen wir damit  $\text{R}_2\text{O}$  konstant sein, indem RO auf Kosten von  $\text{R}_2\text{O}_3$  vergrössert wird. Bringen wir dagegen den Punkt längs einer Linie parallel mit der Linie  $\text{R}_2\text{O}_3 - \text{R}_2\text{O}$ , lassen wir damit  $\text{RO}$  konstant sein, indem  $\text{R}_2\text{O}$  auf Kosten von  $\text{R}_2\text{O}_3$  vergrössert wird. Bei dazwischen-liegenden Richtungen wird  $\text{R}_2\text{O}_3$  vermindert und sowohl RO als  $\text{R}_2\text{O}$  vergrössert.

Dieser Fall entspricht am nächsten unsrer vorigen Annahme von den wahrscheinlichen Richtungen der Analysenfehler. Doch muss es eingeräumt werden, dass man sich unregelmässige Fehler oder abweichende Zusammensetzung infolge der Anwesenheit fremder Stoffe oder eine Umwandlung denken kann, welche uns dazu nötigen, Richtungen ein wenig ausserhalb des eben angegebenen Winkels anzunehmen.

In der Tabelle III finden sich die entsprechenden Werte von Albit-Anortit-Mischungen, welche ausserdem graphisch in dem beigegeführten

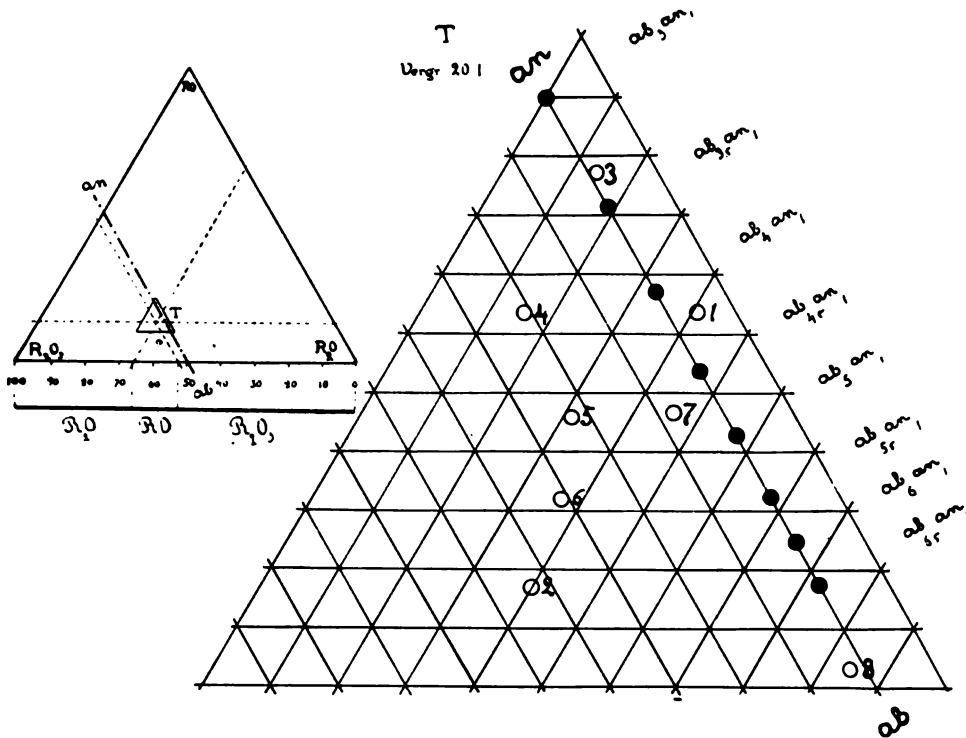


Fig. 2.

Schema (Fig. 3) dargestellt sind. Hieraus kann man also das Mischungsverhältnis leicht erhalten, das einer gewissen Molekularprozentzahl entspricht.

Betreffs z. B. der Analyse N:o 4 finden wir also:

Wenn  $R_2O$  als richtig angegeben wird, ist das Mischungs-Verhältnis  $Ab_{3,4} : An$ ,  
 »  $RO$  » »  $Ab_{4,2} : An$ ,  
 »  $SiO_2$  » »  $Ab_{4,4} : An$ ,

Berücksichtigen wir dann die angegebenen Fehlergrenzen, werden wir finden, dass die  $SiO_2$ -Zahl bis an das Verhältnis  $Ab_4 : An$  gesenkt und  $R_2O$



bis an  $\text{Ab}_{4,2}:\text{An}$  erhoben werden kann, ohne dass diese Grenzen überschritten werden. Die RO-Zahl kann noch mehr verschoben werden, was jedoch keine Rolle spielt.

Hieraus geht hervor, dass sämtliche Mischungen zwischen  $\text{Ab}_4:\text{An}$  und  $\text{Ab}_{4,2}:\text{An}$  die aufgestellte Bedingung erfüllen. Man kann also annehmen, dass der durchschnittliche Wert  $\text{Ab}_{4,1}:\text{An}$  der Zusammensetzung am nächsten entspricht.

Untersuchen wir die übrigen Analysen in derselben Weise, finden wir sogleich, dass N:o 1, wo der Analysenort sehr nahe an der Ab-An-Linie liegt, jedoch infolge des niedrigen  $\text{SiO}_2$ -Gehaltes nicht korrigiert werden kann. Dasselbe gilt auch N:o 8. Vielleicht könnte man mit SARTORIUS annehmen, dass der Natrongehalt des Albites zum Teil von Kalk und der

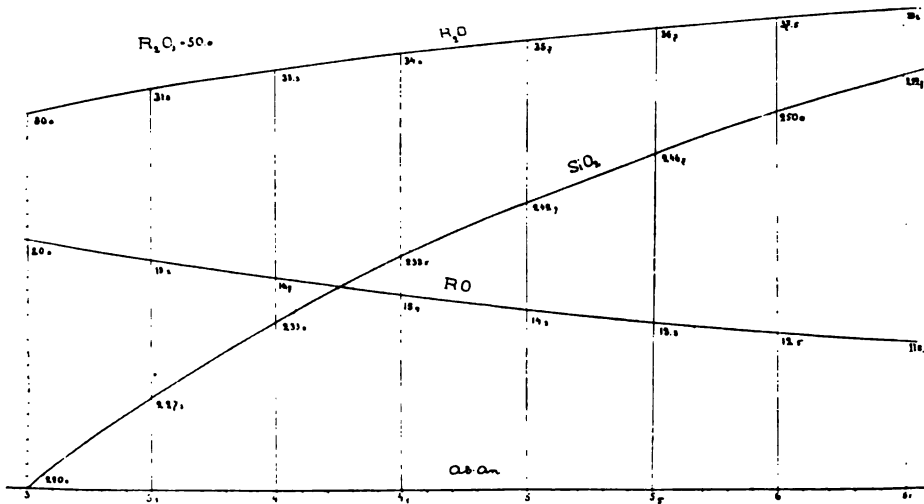


Fig. 3.

Kalkgehalt des Anortits durch Natron ersetzt werden könnte. Wie dem auch sei, wäre es zweckwidrig auf diese Analysen eine Berechnung zu gründen. Auch N:o 2 kann mit wahrscheinlichen Korrekturen nicht zurückgeführt werden, sei es dass dies auf dem Analysenfehler beruht, sei es dass die Substanz nicht völlig rein oder sogar umgewandelt ist.

Die Tabelle IV gibt die wahrscheinliche Zusammensetzung der übrigen Feldspatproben an. Die Zusammensetzung des Oligoklases variiert also zwischen  $\text{Ab}_{3,5}:\text{An}$  und  $\text{Ab}_{5,1}:\text{An}$ : (durchschnittlicher Wert  $\text{Ab}_{4,4}:\text{An}$ , oder approximativ  $\text{Ab}_4:\text{An}$ ).

Der Oligoklas kommt selten in deutlich ausgebildeten Krystallen vor. Von mir beobachtete Flächen sind: (110), (1 $\bar{1}$ 0), (001), (1 $\bar{1}$ 1), (1 $\bar{1}$ 1), (130), (1 $\bar{3}$ 0), (010), (2 $\bar{2}$ 1), (2 $\bar{2}$ 1), (101) und (201). Die Krystalle sind dick tafelförmig nach (010) oder (110).

Die optischen Eigenschaften des Plagioklases sind mehrmals untersucht worden, aber mit wechselndem Resultat, was aus der untenstehenden Tabelle hervorgeht.

	Beobachtete No Auslöschungs- schiefe auf (001)	Entsprechende Zusammensetzung.	Beobachtete Auslöschungs- schiefe auf (010)	Entsprechende Zusammensetzung.	Bemerkungen.
1.	1° 30'	ab <sub>3.4</sub> — an,	7°	ab <sub>3.5</sub> an,	= N:o 2 in Fig. 2
2.	—	—	8 — 10°	ab <sub>3.9</sub> an, — ab <sub>4.7</sub> an.	= N:o 2 in Fig. 2
3.	2°	ab <sub>4.2</sub> : an,	8° 30' — 9° 1'	ab <sub>4.1</sub> an, — ab <sub>4.7</sub> an,	= N:o 3 in Fig. 2
4.	2° — 2° 10'	ab <sub>4.2</sub> an, — ab <sub>4.3</sub> an,	6° — 9°	ab <sub>3.3</sub> an, — ab <sub>4.3</sub> an,	= N:o 4 in Fig. 2
5.	1° — 2°	ab <sub>3.0</sub> an, — ab <sub>4.2</sub> an,	2° — 6°	ab <sub>2.6</sub> an, — ab <sub>3.3</sub> an,	= N:o 4 in Fig. 2
6.	1° 32' — 2° 5'	ab <sub>3.4</sub> an, — ab <sub>4.3</sub> an,	4° 54' — 9° 6'	ab <sub>3.1</sub> an, — ab <sub>4.3</sub> an,	SCHUSTER.
	1° 4'	ab <sub>3</sub> an,	4° 36'	ab <sub>3</sub> an,	Theoretisch.
	1° 55'	ab <sub>4</sub> an,	8° 17'	ab <sub>4</sub> an,	Theoretisch.

#### Zersetzungsprodukte des Feldspats.

An mehreren Orten hat der Kalifeldspat ein serpentinähnliches Aussehen. Er wird weniger klar und die Farbe wird graulich gelb bis grün-gelb. Das mikroskopische Aussehen zeigt, dass die umgewandelte Substanz von stark doppelbrechenden Schuppen in fächerförmigen Aggregaten, die ganz gewiss aus neugebildetem Sericit bestehen, durchweht ist.

Nicht selten zeigt der Plagioklas eine beginnende Umwandlung, indem ähnliche Sericitbildungen, wie an dem Kalifeldspat entstehen können. Doch scheint die Umwandlung des Plagioklases merkwürdigerweise nicht so durchgreifend zu sein.

BENEDICKS<sup>1</sup> hat neulich die Sericitbildung studiert und er ist der Ansicht, dass die Umwandlung von in Spalten cirkulierendem Wasser bewirkt wird. Bei der Untersuchung von Dünnschliffen von Ytterby findet man auch, dass die Umwandlung an den Stellen häufig ist, wo das Gestein zerquetscht gewesen ist und Kataklasstruktur zeigt. Daneben tritt oft Kalkspat auf.

Es liegt nahe diese Verhältnisse in Zusammenhang mit den Krusten zu setzen, welche nicht selten vorzugsweise auf dem Quarz, aber auch auf dem Feldspat, auftreten. Die Krusten sind rein weiss und haben eine Härte, wie die des Kalkspats. Unter dem Mikroskope zeigt sich, dass das zerriebene Material Kalkspat, aber daneben auch eine undeutlich schuppige Masse enthält. Das Pulver, das in Salzsäure leicht löslich war, wurde von mir analysiert. Die Zusammensetzung war die folgende:

<sup>1</sup> Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. VII 278 (1906).

SiO <sub>2</sub>	51.3	%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.4	»
MgO	0.3	»
Na <sub>2</sub> O	7.4	»
H <sub>2</sub> O	6.5	»
CaO	10.2	»
CO <sub>2</sub>	6.7	»
	100.2	»

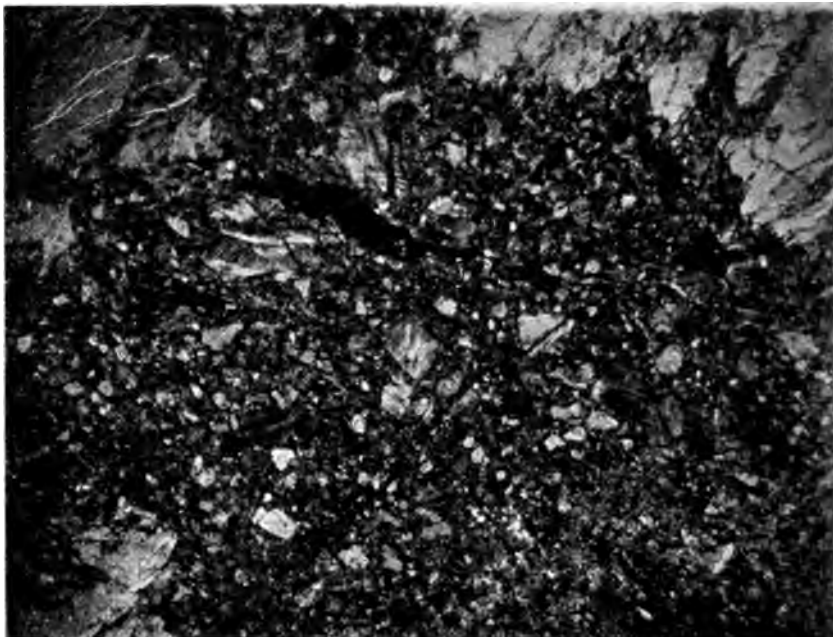


Fig. 4. Kataklastische Partie, stark zersetzt. Vergr. 6. Nicols gekreuzt.

Aus dieser Analyse geht hervor, dass der Gehalt an Kalkspat etwa 15 % beträgt und der Rest ein zeolitartiges, wasserhaltiges Natrium-Aluminium-Silikat ist.

Das Material dieser neugebildeten Krusten dürfte wohl aus einer Wasserlösung abgesetzt sein, welche Lösung beim Verwittern anderer Mineralien, (wahrscheinlich Feldspatarten,) entstanden ist.

#### Der Schriftgranit.

Sowohl der Feldspat als der Quarz kommen in den inneren Teilen des Pegmatitganges in wohlseparierten Klumpen vor. Gegen die Seiten des Ganges tritt jedoch, wenigstens teilweise, ein anderes Verhältnis ein,

indem die Mineralien in kleineren Stücken oder kornförmig mit einander vermischt vorkommen. Auch können sie sogar einander durchweben wobei sie Schriftgranit bilden. Dieser Schriftgranit besteht bei Ytterby vorzugsweise aus Quarz und Mikroklinperthit, welcher letztere jedoch durch Plagioklas ersetzt werden kann. Der Aufbau von diesem Schriftgranit ist zu wohl bekannt um im Einzelnen beschrieben werden zu brauchen; doch sei an einige Verhältnisse erinnert. Üblicher Ansicht nach wäre der Schriftgranit ein Bündel parallel-orientierter Quarzstengeln, die ein Feldspatindividium durchsetzen. Es ist jedoch so viel ich weiss weder bestätigt, dass diese Stengeln selbständig, dass heisst völlig von einander frei, noch

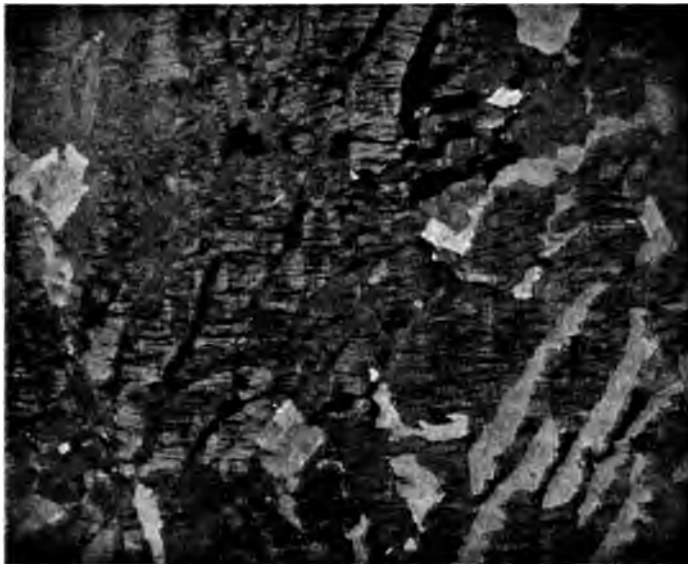


Fig. 5. Schriftgranit. Vergr. 6. Gekreuzte Nicols.

dass sie absolut parallel-orientiert sind. Im Gegenteil scheint es mir als ob man meistens einen direkten Zusammenhang zwischen den Quarzstengeln zeigen könnte, wodurch ja das Pararellorientieren ganz einfach erklärt wird, indem sie krystallographisch einen einzigen Krystall bilden. Es kommt jedoch auch vor, dass die Stengeln eines Schriftgranits ein wenig divergierend sind, wie in einem in dem Geologischen Museum zu Upsala aufbewahrten Stück zu sehen ist.

Die Erklärung dieser Verhältnisse dürfte wohl darin gesucht werden, dass im letzterem Falle ein fremdes Mineral der Ausgangspunkt der Krystallisation gewesen ist und also orientierend gewirkt hat, während im ersten Falle ein Quarzkorn als Ansatzpunkt gedient haben kann. Oft ist ein Feldspatindividium als Schriftgranit struiert, während andere mit demselben zusammenstossende quarzfrei sind. Es ist auch nicht selten, dass ein Feldspatkrystall an der Hälfte einer seiner Flächen schriftstruiert

ist, an der anderen Hälfte aber kann der Quarz spärlich vorkommen, ja ganz fehlen. Wenn man einen Dünnschliff von Schriftgranit unter dem Mikroskope untersucht, wird man finden, dass eine Mehrzahl der Quarzschnitte das polarisierte Licht gleichzeitig löschen; bisweilen geschieht dies Erlöschen gruppenweise, so dass man annehmen muss, dass der Feldspatkrystall von mehreren Systemen von Quarzstengeln durchsetzt werden kann.

Man kann das relative Verhältnis zwischen dem Quarz und dem Feldspat in dem Schriftgranit annäherungsweise schätzen und findet dann dasselbe:

$$\text{Quarz : Feldspat} = 1 : 3,$$

das heisst dieselbe Zahl, welche VOGT durch direkte Analysen erhalten hat.

Als eine Kuriosität sei erwähnt, dass HÖGBOM<sup>1</sup> Schriftgranit mit Hohlräumen anstatt des Quarzes in dem Feldspatbruche auf der Insel Skarpö bei Ytterby gefunden hat.

Man kann kaum dabei denken, dass der Quarz nach dem Erstarren ausgelöst werden kann, da er gegen denkbare Agentien beständiger als der Feldspat ist. HÖGBOM erachtet, dass der Quarz schon im flüssigen Zustande weggeführt worden ist; wahrscheinlicher ist jedoch wohl, dass die Hohlräume von einem anderen leichter auflösbaren Mineral gefüllt gewesen sind.

Obgleich eine krystallographische Orientierung zwischen dem Quarze und dem Feldspat wahrgenommen worden ist, kann man behaupten, dass dies sehr selten der Fall ist. HÖGBOM führt dagegen (l. c.) von Ytterby eine geregelte Zusammenwachsung von Beryll mit Mikroklinperthit an, wo die Beryllstengeln winkelrecht gegen die Basis des Feldspats stehen. Die Prismafläche des Berylls ist in einigen Fällen entweder parallel mit oder winkelrecht gegen die Symmetrieebene des Feldspats.

### Die Glimmerarten.

Der Glimmer des Ytterby-Pegmatits ist teils dunkler Biotit teils lichter Muscovit.

Der Biotit scheint im allgemeinen sehr umgewandelt zu sein. Er ist weit matter als der Biotit im frischen Zustande zu sein pflegt und der Glanz ist fettartig. Die Farbe ist rein schwarz oder hat einen Stich ins Grüne. Das Pulver ist grünlich grau und in Salzsäure völlig auflösbar. In dünnen Blättern ist der umgewandelte Biotit einigermassen durchsichtig und unter dem Mikroskope zeigt er starken Pleokroismus, (farblos oder gelb bis grün oder beinahe schwarz).

<sup>1</sup> Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. III. 1897. S. 433.

Ausser dem umgewandelten Glimmer findet sich auch, besonders am Hange des Ganges Biotit, der dem Anscheine nach, frisch ist.

Die Zusammensetzung des Biotits geht aus den folgenden Analysen des Verfassers hervor:

	I.	Molekular-Verhältnis.	II.	Molekular-Verhältnis.
SiO <sub>2</sub>	27.68 %	0.458	32.23 %	0.534
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.25 »	0.089	7.87 »	0.049
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.48 »	0.151	15.97 »	0.156
FeO	19.39 »	0.270	28.06 »	0.390
CaO	3.48 »	0.062	0.23 »	0.004
MgO	6.38 »	0.158	2.75 »	0.068
K <sub>2</sub> O	0.57 »	0.006	7.93 »	0.084
Na <sub>2</sub> O	1.69 »	0.027	1.91 »	0.031
H <sub>2</sub> O	7.51 »	0.417	2.80 »	0.156
F	0.14 »		—	
Feuchtigkeit	—		0.31 »	
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.54 »		—	
(Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.36 »		—	
	100.11 »		100.18 »	
—O	0.06 »			
	100.05 »			

#### I. Umgewandelter Biotit.

II. Frischer Biotit. Als eine Eigentümlichkeit sei hier angeführt, dass dieser Biotit leicht in quadratische Platten wahrscheinlich nach Gleitflächen zerfällt.

Vergleicht man die beiden Analysen, wird man sehr leicht einige Ausgangspunkte finden, um die Art der Umwandlung aufzufassen.

Berechnet man die Oxyde von der Form R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> als RO und setzt die Summe von RO gleich 1 erhält man:

- I. 0.44 R<sub>2</sub>O : 1 RO : 0.38 SiO<sub>2</sub>  
 II. 0.29 R<sub>2</sub>O : 1 RO : 0.60 SiO<sub>2</sub>.

Der Gehalt an SiO<sub>2</sub> des umgewandelten Biotits ist viel geringer, und die RO<sub>2</sub>-Menge grösser, als bei dem frischen. Was R<sub>2</sub>O betrifft, scheint die Umwandlung darin zu bestehen, dass Alkali durch Wasser ausgetauscht worden ist. Weiter sei bemerkt, dass R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> etwas mehr bei dem umgewandelten Biotit dominiert, was wahrscheinlich der Oxydation des Eisenoxyduls zuzuschreiben ist. Die Veränderungen bestehen also in Extraktion von Kali und Kieselsäure, Aufnahme von Wasser und Oxydation des Eisens; man kann dies ganz wohl mit dem Worte *Chloritisierung* bezeichnen.

Der chloritisierte Biotit bildet Büschel von grossen Tafeln mit wechselnder Dicke. Solche Bündel kann man hie und da an den Wänden der Grube sehen, radialstrahlige Aggregate bildend, die scharf von dem hellen Feldspat abstechen. Diese Glimmertafeln durchsetzen den Feldspat in allen Richtungen; bald kann man dasselbe Feldspat individuum an der anderen Seite der Glimmerplatte fortsetzen sehen, bald werden von dieser zwei Feldspatkrystalle geschieden.

Die seltenen Mineralien kommen in Zusammenhang mit dem chloritisierten Biotit vor.

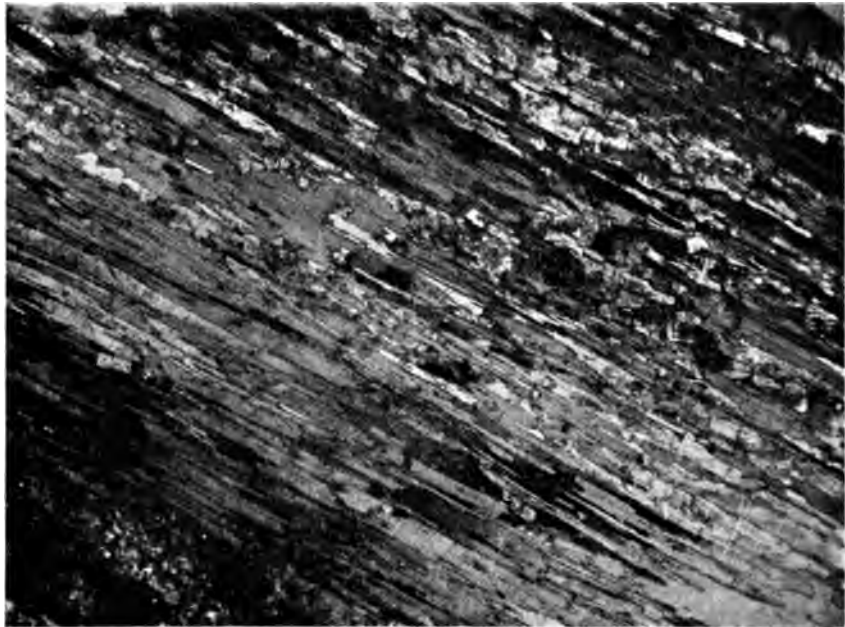


Fig. 6. Chloritisierter Biotit. Vergr. 6. Gekreuzte Nicols.

Eine Mehrzahl von ihnen ist fast immer an demselben angewachsen. Ich möchte hier auch bemerken, dass die Mineralien nicht an der Fläche sitzen, sondern ein wenig in den Glimmer eindringen.

Der umgewandelte Biotit, der bei Ytterby beobachtet wurde, ist völlig derselben Beschaffenheit wie derjenige, welchen BRÖGGER von Moss und FORBES und DAHL von Arendal beschreiben. Ähnliche chloritartige Umwandlungsprodukte des Biotits sind übrigens an verschiedenen Orten gefunden und in der Litteratur erwähnt (z. B. Voigt<sup>1</sup> in Schriftgranit.)

Der lichte Glimmer, der Muscovit, kommt auch in grossen Tafeln, bisweilen einen halben Meter im Durchmesser, vor. Er ist jedoch weniger

<sup>1</sup> SCHMID Ann. Ch. Pharm. 97, 108.

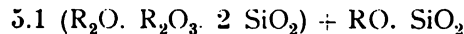
allgemein bei Ytterby, als der Biotit. Die Zusammensetzung ist nach RAMMELSBURG:<sup>1</sup>

		Molekular-Verhältnis.	
SiO <sub>2</sub>	45.21	0.750	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.40	0.327	} 0.344
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.78	0.017	
FeO	2.00	0.028	} 0.067
MgO	1.58	0.039	
K <sub>2</sub> O	10.71	0.144	} 0.345
Na <sub>2</sub> O	0.42	0.007	
H <sub>2</sub> O	3.95	0.219	
F	0.94	0.049	
Feuchtigkeit	0.33		
	101.32		
— O	0.41		
	100.92		

Das Molekular-Verhältnis gibt:

$$\begin{array}{cccc} \text{R}_2\text{O} & : \text{RO} & : \text{R}_2\text{O}_3 & : \text{SiO}_2 \\ 5.1 & : 1 & : 5.1 & : 11.2 \end{array}$$

Dies entspricht der Formel



Kaliglimmer findet sich auch bei Ytterby als Sericit, teils als schuppenartiges Zersetzungsprodukt des Feldspats und in demselben eingestreut, teils auch an chloritisiertem Biotit als fächerförmige Aggregate angewachsen.

#### Übrige gewöhnliche Pegmatitminerale.

Der *Beryll* ist nicht selten bei Ytterby und kommt mit Quarz oder Feldspat, aber von dem chloritisierten Glimmer unabhängig, vor. Eine orientierte Zusammenwachsung mit Mikroklinperthit ist schon erwähnt. Das Aussehen des Berylls kann sehr wechselnd sein. Teils ist er graulich grün in kurzen von (11 $\bar{2}$ 1), (11 $\bar{2}$ 0) und (0001) begrenzten, tafelförmigen Prismen krystallisiert, teils bildet er gelbe bis gelblich grüne Prismen, welche von (10 $\bar{1}$ 0), (11 $\bar{2}$ 0) und (21 $\bar{3}$ 0) einen beinahe cylindrischen Habitus erhalten.

Der *Apatit* ist manchmal dem gelben Berylle zum Verwechseln ähnlich und krystallisiert in dicken hexagonalen Prismen.

Die *Granate* kommen reichlich an Quarz oder Feldspat angewachsen vor. Die Farbe ist braunrot bis weinrot. Sie enthalten Mangan, Alumi-

<sup>1</sup> Wied. Ann. 1880. 1123.



nium und Eisen und sind also der Spessartit-Gruppe zuzuteilen. Die gewöhnliche Form ist (211) einmal in Kombination mit (110).

*Turmalin* habe ich wahrscheinlich in einem Dünnschliffe als ein kleines Fragment gesehen. Dies Mineral dürfte jedoch bei Ytterby äusserst selten sein.

*Epidot* kommt spärlich in grau-grünen derben Stücken vor, mikroskopisch ist er jedoch nicht selten zusammen mit Ortit nachgewiesen.

Der *Pyrit* hat das gewöhnliche Aussehen mit den Formen (100), (111) und (210). Auch kommen Drüsen von neugebildetem Pyrit mit Kalkspat zusammen vor.

*Molybdenglantz* ist spärlich als Schuppen mit annäherungsweise sechseckiger Begrenzung gefunden worden.

*Bergpech* findet sich nicht selten in kleinen Tropfen. Es kommt auch zuweilen als Einschlüsse in Gadolinit vor.

#### Die Altersfolge der Pegmatit-Mineraie.

Die Ausscheidungsfolge der Minerale des Pegmatits kann im Einzelnen nicht entschieden werden. Besondere Strukturzüge geben jedoch in gewissen Fällen eine Anleitung um dies feststellen zu können.

Was die Hauptminerale des Pegmatits betrifft, dürfte man wohl annehmen dass im grossen die Reihe die folgende ist.<sup>1</sup>

1. Glimmer,
2. Quarz oder Feldspat,
3. Quarz und Feldspat.

Es ist zwar ganz deutlich, dass die Glimmertafeln, deren Ausdehnung oft vielfach grösser als die angrenzenden Quarz- oder Feldspat-Individuen ist, nach diesen nicht haben krystallisieren können. Vielleicht dürfte wohl in gewissen Fällen eine gleichzeitige Krystallisation stattgefunden haben. Hierauf deuten verschiedene Verhältnisse hin, z. B. dass der Glimmer von Bündeln einigermaßen gleichorientierten Quarzes durchsetzt ist, sowie auch dass Feldspatkrystalle von parallelorientierten Glimmerlamellen durchdrungen sind.

Andererseits ist Feldspat mit idiomorpher Begrenzung gegen den Glimmer wahrgenommen.

In Bezug auf den Quarz und Feldspat sei die Schriftstruktur hervorgehoben, die ja eine gleichzeitige Krystallisation kennzeichnet. Man kann jedoch auch Quarz und Feldspat von einander völlig getrennt und zuweilen mit idiomorpher Begrenzung gegen einander wahrnehmen.

Dem Ausscheiden von Schriftgranit ist ganz gewiss eine Ausscheidung von Quarz oder Feldspat vorausgegangen, wie unten erwiesen wird. Bis-

<sup>1</sup> Vergleich: Petersson G.F.F. XII s. 292.

weilen dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass beim Festwerden des Schriftgranits einzelne Teile, besonders im Inneren des Ganges, aus dem Grunde noch nicht erstarrt sind, dass die Temperatur und der Wassergehalt nicht an verschiedenen Punkten dieselben gewesen sind. Die angegebene Ausscheidungsfolge darf also nur als lokal betrachtet werden.

Das grösste Interesse ist an die seltenen Mineralien und die Art, auf welche sie auftreten, angeknüpft.

Verschiedene von diesen und zwar der Fergusonit, der Yttrotantalit, der Gadolinit, der Anderbergit und der Xenotim sind, wie erwähnt, am Biotit angewachsen. Wenn man dieses Verhältnis näher untersucht, wird man finden, dass diese Minerale, z. B. der Fergusonit, an die Oberfläche des Biotit nicht befestigt sind, sondern sich ein wenig in die Biotitlamelle hineinstrecken. Hieraus folgt, dass sie gleichzeitig ausgebildet sind. Man kann sich ja in einem gewissen Falle denken, dass eine Biotittafel aus dem Magma ausgeschieden ist und dass der Fergusonit von diesem aus gewachsen ist.

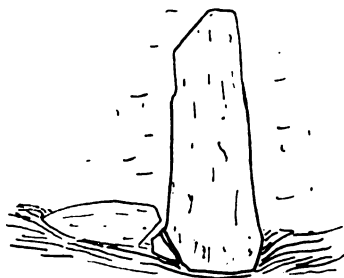


Fig. 7. Fergusonitkrystalle an chloritisiertem Biotit.

Gleichzeitig hat der Glimmer selbst in allen Richtungen zugewachsen, wodurch der Fergusonit in denselben eingedrückt zu sein scheint.

Ersichtlich befestigen sich an den Fergusonit selbst während des Processes andere Biotitschuppen. Diese sind dann nicht parallel mit dem voraus ausgeschiedenen Biotit gerichtet, sondern gegen das Gebiet hinein, wo dessen Material zu finden ist, d. h. in den Winkel zwischen der Biotitplatte und dem Fergusonit. Es scheint auch nicht ganz ausgeschlossen, dass dünne Glimmerplatten, die in die Nähe von einander gekommen und einigermassen parallel sind, attrahiert werden und sich dadurch verbünden. Die vom Fergusonit ausgewachsenen Schuppen können also mit dem übrigen Biotitbündel zusammengebogen werden, wodurch der Fergusonit in den Biotit hineingedrückt wird und dieser ein wenig mitgeschleppt zu sein scheint. Die eingedrückte Wurzel des Fergusonits hat selten deutliche Krystallflächen, sofern die Hauptachse des Fergusonits nicht beinahe mit der basischen Spaltenrichtung des Biotits parallel ist, in welchem Falle der Fergusonit völlig idiomorph sein kann.

Die Altersfolge der einzelnen seltenen Minerale kann nicht angegeben

werden und dürfte vielleicht wechseln. Doch sei hier erwähnt, dass der Yttrotantalit und der Gadolinit einander durchweben und also gleichzeitig ausgeschieden sein müssen. Gegen den Feldspat zeigen sämtliche seltene Minerale mehr oder minder wohl ausgebildete Krystallflächen, weshalb man ganz gewiss annehmen kann, dass der Feldspat jünger ist.

Was den Muscovit betrifft, scheint derselbe niemals der Festpunkt der seltenen Mineralien zu sein. Dagegen ist es gar nicht ungewöhnlich, dass die Oberfläche des Gadolinit von Muscovit bekleidet ist.

Die seltenen Minerale, die zusammen mit dem Biotit vorkommen, sind jedenfalls zum Teil mit demselben gleichzeitig. Indessen sind diese Minerale nicht immer an den Biotit gebunden; eben so oft kommt zum Beispiel der Gadolinit frei in den Feldspat eingesprengt vor.

Endlich sei auch daran erinnert, dass sowohl der Gadolinit als der Yttrotantalit, der Ortit, der Fergusonit u. a. nicht selten amorph sind und also entweder als Glas gestarrt oder nachher paramorphosiert worden sind.

### Gadolinit.<sup>1</sup>

ARRHENIUS fand bei Ytterby ein schwarzes Mineral, welches von GEIJER beschrieben wurde, der zusammen mit RINMAN dasselbe untersuchte. Im Bergwerk-Lexikon RINMANS (1789) ist das Mineral als eine Art Pechstein bezeichnet, der jedoch mit Salpetersäure gelatinierte und darum zu den Zeoliten geführt wurde. Das spezifische Gewicht war gross

- <sup>1</sup> 1788. GEIJER: *Crell's Ann.* I. 229.
1794. GADOLIN: *K. V. A. H.* 1794. 137.
1797. EKEBERG: *K. V. A. H.* 1797. 156.
1800. KLAPROTH: *Ber. Berl. Ak.* 1800.
1801. HAUY: *Traité de Mineralogie* T. III. 141.
1801. VAUQUELIN: *Crell's Ann.* 1801.
1802. KLAPROTH: *Beiträge* III. 52.
1802. EKEBERG: *K. V. A. H.* 1802. 76.
1803. EKEBERG: *Gilb. Ann.* 14. 247.
1816. BERZELIUS: *Afhandling i fysik m. m.* 4. 227, 229.
1831. THOMSON: *Phil. Mag.* 7. 340.
1835. BERLIN: *K. V. A. H.* 1835. 209.
1835. RICHARDSON: *Thomson Outlines of Min. etc.* I. 410.
1845. BERLIN: *Öfv. K. V. A. H.* 1845.
1869. DES CLOIZEAUX: *Ann. Chim. Phys.* IV. 18.
1877. SJÖGREN: *G. F. F.* III. 258.
1879. HUMPIDGE: *J. Chem. Soc.* 1879. 117.
1882. SJÖGREN: *Öfv. K. V. A. H.* 1882. 47.
1884. BLONSTRAND: *G. F. F.* VIII. 443.
1886. RAMMELSBERG: *Ber. Berl. Ak.* 1886. 549.
1887. BLONSTRAND: *Öfv. K. V. A. H.* 1887. 463.
1888. PETERSSON: *Öfv. K. V. A. H.* 1888.
1890. PETERSSON: *G. F. F.* XII. 292.

(4.030), was er einem grossen Gehalt an Baryt oder Wolfram zuschrieb. Die Zusammensetzung gibt RINMAN in folgender Weise an:

»Kisel och Alunjord med litet Magnesia alba» und dazu »8 till 10 procent järn». Eine wirkliche quantitative Analyse wurde zuerst von GADOLIN in Åbo (1794) an dem Material, das er von ARRHENIUS erhielt, vorgenommen und dabei wurde die folgende Zusammensetzung gefunden:

31	Teile Kieselerde
19	» Alaunerde
12	» Eisenkalk und
38	» einer unbekannten Erde.

Drei Jahre später nahm sich EKEBERG in Upsala vor, das Mineral, welches er nach dem Fundorte *Yttersten* benannte, aufs Neue zu untersuchen, GEIJER hatte vorher den Namen *Ytterit* oder *Ytterbit* vorgeschlagen. Die neue Erde wurde auch von EKEBERG *Yttria* oder *Yttererde* benannt.

Das Yttersten wurde später von KLAPROTH (1800) und HAUY (1801) und ferner von KLAPROTH und VAUQUELIN (1802) untersucht. Sie bestätigten das Dasein der Yttererde und schlugen für das Mineral den Namen *Gadolinit* vor.

Die Analysen von KLAPROTH und VAUQUELIN stimmten gar nicht mit der von EKEBERG überein. Dieser nahm sich deshalb vor, die Untersuchung nach besseren Methoden zu erneuern und erhielt dabei ein Resultat, welches dem von KLAPROTH ziemlich nahe stand. Doch fand er noch einen Bestandteil und zwar Beryllerde. Seine Analyse sei hier angeführt:

Yttria	55.5
Kisel	23.0
Glucin	4.5
Jernoxid	10.5
»Flyktige Delar»	0.5
	<u>100.0</u>

Später hat BERZELIUS (1815) auch einen nicht geringen Gehalt an Ceroxyd gefunden.

BERLIN arbeitete in den 1830:er Jahren mit der Yttererde und analysierte dabei auch den Gadolinit, fand aber die Beryllerde nicht. Als er später die Untersuchung wiederholte (1847), überzeugte er sich, dass alle Ytterby-Gadoliniten beryllführend waren.

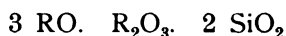
In neuerer Zeit hat VALFRID PETERSSON in Stockholm (1890) bestätigt, dass Beryllerde ein wesentlicher Bestandteil aller Gadolinite ist. Nach PETERSSON ist die Zusammensetzung des reinen Gadolinit von Ytterby:

		Molekular-Verhältnis:
SiO <sub>2</sub>	33.88 %	0.398
ThO <sub>2</sub>	0.41	0.002
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.60	0.004
Gadoliniterden (Mol. Gew.) 257.5	45.30	0.176
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.84	0.012
Andere Ceritoxyside	2.57	0.008
FeO	12.89	0.179
BeO	9.91	0.396
CaO	0.42	0.007
MgO	0.12	0.003
Na <sub>2</sub> O	0.15	0.002
H <sub>2</sub> O	0.37	0.021
	100.46	

Der Ytterby-Gadolinit hat auch einen geringen Gehalt an Phosphor. Nimmt man mit PETERSSON an, dass der Wassergehalt sekundär und dass die Thorerde an Kieselsäure gebunden ist, und betrachtet man den Eisenoxyd als sekundär aus Eisenoxydul gebildet, wird die Zusammensetzung des Gadolinites

$$\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{RO} \\ 0.390 \quad 0.196 \quad 0.596.$$

was am Nächsten dem Formel



entspricht, wo RO hauptsächlich aus Eisenoxydul und Beryllloxid und R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aus Yttererden und Ceriterden besteht.

Der Ytterby-Gadolinit kommt teils an die vorher erwähnten grossen Tafeln von chloritisiertem Glimmer angewachsen vor, teils auch als unregelmässige, amorphe, nuss- bis handgrosse Klumpen in Ortoklas eingesprengt.

Die Krystalle sind monosymmetrisch; der Achenwinkel ist doch ganz nahe 90°, was, da die Beschaffenheit der Flächen genaue Messungen nicht erlaubt, einige Forscher veranlassen hat, den Gadolinit für rhombisch zu halten. Die optische Untersuchung von Dünnschliffen hat betreffs des Ytterby-Gadolinit kein entscheidendes Resultat gegeben.

Der Gadolinit von Ytterby ist teils isotrop, teils eine Mischung von isotroper und doppeltbrechender Substanz. Man hat angenommen, dass dies von einem Umwandlungs-Processe abhängt und dass also der amorphe Gadolinit pseudomorph sei. Durch Erhitzen kann man den isotropen Gadolinit in doppeltbrechenden unter Verglimmern umwandeln. Es ist sehr gewöhnlich, dass die Ytterby-Gadolinite im frischen Zustande beim Glühen aufschwellen. PETERSSON hat gezeigt, dass dies auf kleinen Einschlüssen von Bergpech beruht.

Der Ytterby-Gadolinit ist oft mehr oder weniger umgewandelt. Unter

dem Mikroskope wird dies durch unregelmässige Partien von ausgeschiedenem Eisenoxydhydrat angegeben. An der Oberfläche ist der Gadolinit oft von einer irisirenden Haut übertragen, welche aus Yttererdecarbonat besteht.

Die Krystallform des Ytterby-Gadolinit ist zuerst von A. E. NORDENSKIÖLD<sup>1</sup> und dann von V. LANG<sup>2</sup> untersucht worden welche dieselbe rhombisch gefunden haben. DES CLOIZEAUX<sup>3</sup> dagegen rechnet denselben zum monoklinen System. HJ. SJÖGREN<sup>4</sup> hat Krystalle von Ytterby-Gadolinit gemessen, obgleich er wenig gute (nicht publicierte) Werte, der schlechten Beschaffenheit der Flächen halber, erhalten hat. Er hält es jedoch für wahrscheinlich, dass der Ytterby-Gadolinit, wie der von Hitterö, monoklin ist, was auch von der Beobachtung NORDENSKIÖLDS, dass die Krystalle oft monosymmetrische Ausbildung haben, gestützt wird.

SJÖGREN führt die folgenden gewöhnlichen Formen an: (120) (010) (111) ( $\bar{1}11$ ) (112) ( $\bar{1}12$ ) (012) (021) (011) (001) und ferner, obgleich seltener, (120) (232) (243) und ( $\bar{1}21$ ).

EICHSTEDT<sup>5</sup> betrachtet jedoch (112) als zweifelhaft. Dagegen habe ich ( $\bar{1}22$ ) gefunden.

Nach EICHSTEDT ist das Achsenverhältnis des Gadolinit

$$a : b : c = 0.62726 : 1 : 1.32149$$

$$\beta = 89^{\circ} 26' 1/2$$

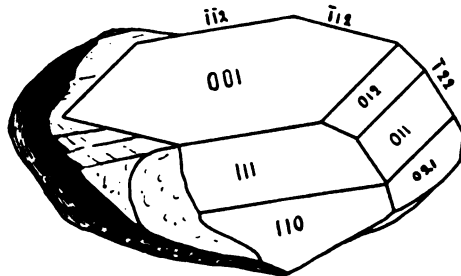


Fig. 8. Gadolinitkrystall.

Ich habe einen Gadolinitkrystall von Ytterby gefunden, welcher, obgleich die Messungen mit Kontaktgoniometer ausgeführt und demnach ein wenig grob sind, doch die Annahme, dass die Krystallform monoklin ist, zu stützen scheint.

<sup>1</sup> Öfv. K. V. A. H. 1859, 287.

<sup>2</sup> Phil. Mag. ser. 4 vol. 28. (1864) s. 145.

<sup>3</sup> Ann. Chim. Phys. 4. ser. t. 18 (1869).

<sup>4</sup> Öfv. K. V. A. H. 1882, s. 54.

<sup>5</sup> Bih. K. V. A. H. 10. N:o 18. 1885.

	Berechn.	Gef.
(001):( $\bar{1}11$ )	111° 30'	111° 1/2
(001):(111)	112° 19'	112°
(001):(110)	89° 32'	89° 1/2
(001):(012)	146° 33'	146° 1/2
(001):(011)	127° 7'	126° 3/4
(001):(021)	110° 44'	110° 1/2
(001):( $\bar{1}22$ )	120° 22'	120° 1/2
(110):( $\bar{1}10$ )	64° 12'	64°
(001):( $\bar{1}10$ )	90° 28'	90° 1/2
(001):( $\bar{1}\bar{1}2$ )	128° 31'	128° 1/2

#### Yttrotantalit.<sup>1</sup>

EKEBERG erwähnt 1802 zwei neue Minerale einen neuen Grundstoff enthaltend. In dem einen von diesen Mineralen ist derselbe mit Eisen und Mangan, und in dem anderen mit Yttererde und ein wenig Eisen verbunden. Das neue Element benannte er Tantalum. Dem ersten Eisenmineral gab er den Namen Tantalit und dem Yttererde-mineral Yttrotantalit. Der Tantalit war bei Kimito in Finland unweit Åbo, der Yttrotantalit dagegen bei Ytterby gefunden. Nach der ersten Beschreibung des Yttrotantalits von EKEBERG wurde derselbe von BERZELIUS untersucht. Dieser gab drei verschiedene Arten an: schwarzen, gelben und bräunlich-gelben Yttrotantalit. Er vermutete jedoch, dass alle drei als Varietäten desselben Hauptminerals betrachtet werden könnten.

Im Jahre 1847 wurde die schwarze Varietät von V. PEREZ im Laboratorium ROSE's untersucht, und im Jahre 1856 analysierte CHANDLER die gelbe Abart. Die Resultate stimmen wesentlich mit einander überein, sowie auch mit dem von BERZELIUS.

Die Untersuchung wurde von A. E. NORDENSKIÖLD wieder aufgenommen und von ihm wurde gefunden, dass mindestens zwei der erwähnten Arten in verschiedenen Systemen krystallisierten. Die Zusammensetzung war auch eine andere. Der schwarze Yttrotantalit von BERZELIUS war rhombisch und es stellte sich heraus, dass er wirklich überwiegend Tantalsäure enthielt. Die gelbe Abart wurde von NORDENSKIÖLD als in chemischer Beziehung identisch mit der schwarzen betrachtet, aber amorph.

Aus späteren Analysen von RAMMELSBURG scheint hervorzugehen, dass der gelbe Yttrotantalit vielmehr mit dem bräunlich-gelben zusammenzuführen ist. Dieser krystallisiert quadratisch und enthält vorzugsweise Niobsäure und entspricht am nächsten dem groenländischen Fergusonit.

<sup>1</sup> 1802. EKEBERG: K. V. A. H. 1802. 76.

1815. BERZELIUS: Afh. i Fysik m. m. IV.

1847. V. PEREZ: Pogg. Ann. 72 s. 155

1856. CHANDLER: Liebig & Kopp Jahresber.

1860. A. E. NORDENSKIÖLD: Pogg. Ann. CXL 278.

1872. RAMMELSBURG: Ber. Berl. Ak 1872.

Der schwarze Yttrotantalit von Ytterby hat nach RAMMELBERG die folgende Zusammensetzung:

		Molekular-Verhältnis.
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44.25 %	0.104
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.32	0.046
UO <sub>3</sub> <sup>1</sup>	1.70	0.006
WO <sub>3</sub> <sup>2</sup>	2.53	0.010
SnO <sub>2</sub>	1.12	0.007
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.52	0.047
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.71	0.018
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.22	0.007
FeO	3.80	0.053
CaO	5.73	0.102
H <sub>2</sub> O	6.31	0.351
	99.21	

Spec. Gewicht 5.425.

Nehmen wir an, dass WO<sub>3</sub>, UO<sub>3</sub> und SnO<sub>2</sub> als Säuren auftreten, welche mit einem Molekul RO verbunden sind, erhalten wir:

$$\begin{array}{l} \text{R}_2\text{O}_3 : \text{RO} : \text{R}_2\text{O}_5 : \text{H}_2\text{O} \\ \quad \quad \quad \underline{72 : 132 : 150 : 351} \\ \quad \quad \quad \text{RO} : 348 \end{array}$$

Man hat also die folgende Formel:



Man dürfte wohl hieraus den Schluss ziehen können, dass der Yttrotantalit überwiegend aus einem Pyrotantalat, 2 RO · (Ta, Nb)<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, besteht. Von dem Gehalt an Wasser pflegt man anzunehmen, dass er sekundär ist.

Der Yttrotantalit krystallisiert, wie erwähnt, rhombisch in kurzen Prismen oder sechseitigen Tafeln, gewöhnlich von Prisma, Basis und Brachypinakoid begrenzt. Zuweilen ist der Yttrotantalit auch stenglig. Die Farbe ist ganz schwarz, der Strich grau. Im Dünnschliffe zeigt der Yttrotantalit ein wechselndes Aussehen. Frisch ist er völlig klar und ein wenig gelb oder grün gefärbt. Gewöhnlich ist er jedoch mehr oder weniger umgewandelt und wird dabei dunkel und trüb, mitunter beinahe opak. Die helle, lichte Form ist isotrop, die dunkle mehr oder minder deutlich doppeltbrechend. Beim Glühen des Minerals wird es dunkler und die Doppeltbrechung wird stärker, so dass gewisse konturlose Teile einigermaßen gleichmässige aber schwache Doppeltbrechung zeigen; ausserdem treten stark doppeltbrechende Punkte auf, die ersichtlich neugebildete Individuen bezeichnen. Die Umwandlung des Yttrotantalit scheint in der

<sup>1</sup> Von UO<sub>2</sub> umgerechnet.

<sup>2</sup> Von WO<sub>2</sub> umgerechnet.



Regel am Kontakt gegen andere Mineralien zu beginnen. Jedoch können auch innere Teile angegriffen sein. In dem letzten Stadium scheiden sich dunkle, rotbraune Interpositionen aus. Der Yttrotantalit ist in der Regel von einer Menge unregelmässigen Rissen (»Netzrissen«) durchzogen. Die grösseren sind mit straligem Quarz oder körnigem Magnetit gefüllt.

Die Grenzen des Minerals sind ziemlich gut idiomorph gegen Feldspat, gehen aber bisweilen scheinbar ohne scharfe Kontur in diesen über, indem es mit dem Feldspat eine perthitartige Verwachsung annehmen kann.

Dieses Verhältnis deutet darauf hin, dass der Feldspat und der Yttrotantalit in gewissen Fällen gleichzeitig ausgeschieden sind.

Die folgenden Angaben über die Krystallform des Ytterby-Yttrotantalit rühren von A. E. NORDENSKIÖLD her:

Die wahrgenommenen Formen sind

(001), (110), (010), (210), (011), (120), (201), (150)

Am stärksten entwickelt sind (110), (001) und (010); minder gewöhnlich sind (120), (150) und (210) und selten sind (011) und (201).

#### *Achsen-verhältnis*

$$a : b : c = 0.5412 : 1 : 1, 1330$$

#### *Winkelmessungen*

(010) : (120)	ber 137° 16'	gef. 137° 8'
(010) : (150)	159° 43'	159° 42'
(010) : (011)	138° 34'	138° 34'
(010) : (110)	118° 25'	119° 6'
(010) : (210)	105° 9'	105° 7'
(110) : (210)	136° 26'	136° 18'
(001) : (201)	103° 26'	101 $\frac{1}{2}$ °—105°

BRÖGGER<sup>1</sup> hat neulich die krystallographischen Verhältnisse des Yttrotantalits revidiert, wodurch die grosse Übereinstimmung mit dem Samarskit besser hervortritt.

<sup>1</sup> Vid. selsk. 1906, N:o 6, s. 153.

**Fergusonit.<sup>1</sup>**

Vorher ist erwähnt, wie BERZELIUS drei verschiedene Varietäten von Yttrotantalit angegeben hat. Der gelblich-braune Yttrotantalit wurde dann von NORDENSKIÖLD als Fergusonit betrachtet, wobei er dachte, dass der wirkliche Yttrotantalit hauptsächlich Tantalsäure enthalte, während der Fergusonit ein Niobsäuremineral sei.

RAMMELSBURG hat nachher erwiesen, dass sowohl der gelbe, welcher amorph ist, als der gelblich-braune quadratische, als Fergusonit betrachtet werden sollte.

Die Zusammensetzung des Fergusonits von Ytterby geht aus der folgenden Analyse RAMMELSBURG'S hervor:

	I.	Mol.-Verhältnis.	II.	Mol.-Verhältnis.
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9.53 %	0.021	27.04	0.061
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	39.93	0.149	28.14	0.105
UO <sub>3</sub> *	1.27	0.004	2.26	0.008
WO <sub>3</sub> **	0.23	0.001	—	—
SnO <sub>2</sub>	0.23	0.002	—	—
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.25	0.116	24.45	0.108
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.79	0.031	8.26	0.021
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.79	0.005	—	—
FeO	0.60	0.009	0.72	0.010
CaO	3.04	0.054	4.17	0.075
H <sub>2</sub> O	5.20	0.289	5.12	0.284
	99.86		100.16	

Specifisches Gewicht

4.751

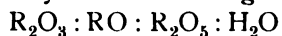
4.734

Analyse I bezieht sich auf krystallisierten, braungelben, und II auf amorphen, gelben Fergusonit.

In Ermangelung zuverlässiger Haltepunkte nehmen wir wie bei dem Yttrotantalit an, dass WO<sub>3</sub>, UO<sub>3</sub> und SnO<sub>2</sub> sich mit einem Molekul RO verbinden.

Wir finden dann:

I. Krystallisierter Fergusonit



$$152 : 56 : 170 : 289$$

$$\overbrace{152 : 56 : 170} \quad RO = 512$$

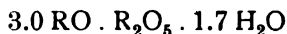
<sup>1</sup> 1860. A. E. NORDENSKIÖLD: Pogg. Ann. CXI 278.

1871. RAMMELSBURG: Ber. Berl. Ak. 1871. S. 406.

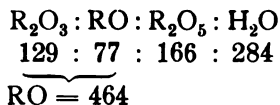
\* Von UO<sub>3</sub> umgerechnet.

\*\* Von WO<sub>3</sub> umgerechnet.

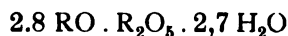
Dies gibt die Formel:



## II. Amorpher Fergusonit



Hieraus erhält man die Formel:



Der Fergusonit scheint also hauptsächlich als Ortoniobtantalat,  $3. \text{RO} \cdot (\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_5$ , betrachtet werden zu können.

Die Krystallform ist quadratisch mit pyramidaler Hemiëdrie. Krystalle sind häufig, gewöhnlich als kurze vierseitige Prismen, oft mit Pyramide und Basis. Wie der Gadolinit und der Yttrantalit, sitzt der Fergusonit gern an chloritisiertem Biotit angewachsen und ist gegen umgebenden Feldspat idiomorph.

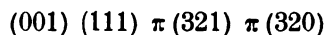
Die Farbe des Fergusonits ist dunkel-braun, wenn das Mineral krystallisiert ist, sonst weit lichter, gelblich braun bis strohgelb. Der Strich ist hellbraun bis weiss.

Im Dünnschliffe ist der Fergusonit in der Regel hellgelb, aber dann und wann rot bis grau oder beinahe farblos. Der farblose ist völlig isotrop, die dunkleren sind äusserst schwach doppeltbrechend. Das Mineral ist oft von unregelmässigen Rissen durchzogen, die von dunkleren, trüben Umwandlungsprodukten umgeben sind.

Der Fergusonit von Ytterby ist schwach radioaktiv<sup>1</sup>, wie A. E. NORDENSKIÖLD nachgewiesen hat.

Die folgenden Angaben über die krystallographischen Verhältnisse des Fergusonits rühren von A. E. NORDENSKIÖLD her.<sup>2</sup>

### *Wahrgenommene Formen.*



### *Achsenverhältnis*

$$a : c = 1 : 1.2182$$

<sup>1</sup> H. J. SJÖGREN, Arkiv för Kemi etc. Bd. 2 No 4.

<sup>2</sup> Mit den Angaben von MILLER und HAIDINGER (*Dana Mineralogy* 1892 S. 730) nicht übereinstimmend.

*Winkelmessungen*

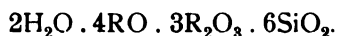
111 : $\bar{1}\bar{1}1$	ber. $104^{\circ} 36'$	gef. $102^{\circ 1/2}$	— $106^{\circ}$
001 : 111	$120^{\circ} 8'$	$120^{\circ} 6'$	
001 : $\bar{1}\bar{1}1$	$120^{\circ} 8'$	$120^{\circ} 12'$	

**Ortit.<sup>1</sup>**

Der Ortit von Ytterby wurde zuerst von BERLIN (1837), dann von CLEVE (1865) und nachher von ENGSTRÖM (1877) untersucht. Nach ENGSTRÖM ist die Zusammensetzung die folgende:

		Molekular-Verhältnis
SiO <sub>2</sub>	32.07 %	0.531
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.52	0.162
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.53	0.016
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.90	0.057
Di <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.57	
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.16	
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.74	0.018
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.00	
FeO	11.89	0.165
MnO	2.34	0.033
CaO	6.75	0.120
MgO	0.45	0.011
K <sub>2</sub> O	0.29	0.003
H <sub>2</sub> O	3.33	0.180
ThO <sub>2</sub>	Spuren	—
	99.54	
Sp. Gewicht	3.39	

Die Analyse entspricht genügend der Formel:



ENGSTRÖM hält es doch für wahrscheinlich, dass ein Molekul Wasser sekundär ist. Dann würde die Übereinstimmung mit der Formel des isomorphen Epidots vollkommen sein. Der Ortit kann beim Verwittern bis sechs Wasser-Molekulen aufnehmen.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 1837. BERLIN: Berzelii årsber. 17. 207.

1846. BERLIN: Berzelii årsber. 26.

1876. A. SJÖGREN: G. F. F. III. 258.

1877. ENGSTRÖM: Akad. afhandl. Upsala 1877. Z. f. Kryst. 3. 194.

<sup>2</sup> Ytterby Ortit mit 9.72 % Wasser ist angegeben.

Gleichzeitig nimmt der Gehalt an  $R_2O_3$  auf Kosten von RO an, wahrscheinlich auf der Oxydation des Eisenoxyduls beruhend. Schliesslich wird auch der Gehalt an  $SiO_2$  erhöht, was wohl mit der Quarzabsetzung in den Spalten zusammenhängt. Das spezifische Gewicht wird auch vermindert.

Der Ortit kommt bei Ytterby in dem Liegenden des Pegmatitganges in grossen, strahligen Aggregaten, oder auch in derben Massen, vor.

Im frischen Zustande ist der Ortit schwarzgefärbt, beinahe mit metallischem Glanze. Verwittert verliert er den Glanz und gleichzeitig geht die Farbe ins Braune oder Graue über.

Der Ytterby-Ortit ist völlig isotrop; unter dem Mikroskope zeigt er sich von mitunter quarzgefüllten Spalten der Länge nach durchzogen, um welche herum das Mineral sehr umgewandelt ist. Bei der Verwitterung scheidet sich eine braune, amorphe Substanz ab, die wahrscheinlich aus Eisenoxydhydraten besteht.

#### Xenotim.

FIEDLER fand bei Ytterby (1826) ein derbes, braunliches Mineral, das von MOSANDER untersucht als phosphorsaure Yttererde erkannt wurde.<sup>1</sup>

HISINGER erwähnt dasselbe (1843) und benannte es »braunen Zirkon«; in der Tat ist es auch diesem Mineral sehr ähnlich.

Jetzt wird das Mineral abwechselnd als Ytterspat und Xenotim bezeichnet. Dieser Name rührt von BEUDANT<sup>2</sup> her, welcher mit demselben BERZELIUS einen Seitenhieb geben wollte.

Durch eine Fehlschreibung des Namens wurde doch die Spitze desselben gebrochen.

BERZELIUS hatte nämlich eine neue Erde im Gadolinit von Kårarfvet (Dalecarlien in Schweden) zu finden geglaubt, die er Thorerde benannte. Später fand er jedoch dass diese Erde aus basischem Yttererdephosphat bestand. Der zuge dachte, »Xenotim« (übersetzt: unbeständiger Triumph) wurde fehlerhaft »Kenotim« (übersetzt: bescheiden) geschrieben, und in dieser Form passt der Name wohl, da das Mineral ein unansehnliches Äusseres hat und mit Anderen z. B. Zirkon und Granat leicht verwechselt wird; es ist auch eines von den selteneren bei Ytterby.

Das Mineral krystallisiert quadratisch. Die Farbe ist gelb bis braun; Strich hellbraun. Der Bruch ist uneben und splitterig, der Glanz fettartig.

Der Xenotim von Ytterby ist nicht näher untersucht worden, und keine Analyse liegt vor.

<sup>1</sup> Berzelii Årsber. 7. 196.

<sup>2</sup> Trans. Ann. Phil. Soc. 2. (1832), s. 552.

**Anderbergit.<sup>1</sup>**

Dieses Mineral beschrieb A. E. NORDENSKIÖLD von Ytterby im Jahre 1876. Nachdem hat BLOMSTRAND dasselbe aufs Neue untersucht (1886). Nach der Analyse BLOMSTRAND'S ist die Zusammensetzung wie folgt:

		Molekular-Verhältnis
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.38 %	0.024
(Th Nb) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	1.51	0.004
SiO <sub>2</sub>	24.04	0.401
ZrO <sub>2</sub>	36.75	0.300
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> **	14.19	0.053
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.18	0.012
FeO	1.35	0.019
CaO	5.22	0.131
Na <sub>2</sub> O	0.80	0.013
H <sub>2</sub> O	11.20	0.622
	<hr/> 99.62	
Sp. Gewicht	3.33	

Berechnet man die Oxyde als RO, wird das Molekular-Verhältnis:

$$\begin{array}{l} \text{R}_2\text{O}_5 : \text{RO} : \text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} \\ 28 : 958 : 401 : 622. \end{array}$$

Betrachtet man weiter die Phosphorsäure als von eingegemengter Xenotimsubstanz herrührend, erhält man die Formel:



wo RO hauptsächlich aus Zirkonerde besteht.

NORDENSKIÖLD, dessen Analyse dasselbe Molekular-Verhältnis gab, betrachtete das Mineral als dem nordamerikanischen Cyrtolit nahestehend und mit dem von ihm untersuchten finländischen Malakon übereinstimmend; seiner Annahme nach könnte das Mineral in der Tat als ein durch Wasseraufnahme umgewandelter Zirkon betrachtet werden.

BLOMSTRAND, der die Richtigkeit dieses Verhältnisses dahingestellt liess, bestand darauf, dass es für eine selbständige Species gehalten werden

<sup>1</sup> 1876. A. E. NORDENSKIÖLD: G. F. F. III. 229.

1886. BLOMSTRAND: Bih. K. V. A. H. 1886. 12.

1887. A. E. NORDENSKIÖLD: G. F. F. IX. 28.

1888. BÄCKSTRÖM: Z. f. Kryst. 15. 83.

\* Mol. Gewicht — 357 angenommen.

\*\* Mol. Gewicht — 269.2 gefunden.

sollte und schlug den Namen Anderbergit nach dem hervorragenden Mineralkenner W. ANDERBERG vor. BÄCKSTRÖM hat sich jedoch gegen die Auffassung BLOMSTRAND'S opponiert und gezeigt, dass das Mineral ein Zeretzungsprodukt ist.

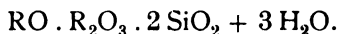
Der Anderbergit ist quadratisch; gewöhnliche Formen sind (111) und (100). Die Krystalle sind wenig gut ausgebildet. Der Anderbergit ist in der Regel an dem chloritisierten Biotit angewachsen. Die Farbe ist gelb bis gelblich braun. Das Mineral ist leicht mit Xenotim zu verwechseln, aber »die Farbe ist lichter und rotgelb, der Bruch ist mehr gesplittert und der Glanz weniger als Fettglanz zu bezeichnen als beim Xenotim« (BLOMSTRAND).

### Arrhenit.<sup>1</sup>

Dieses Mineral wurde zuerst von A. E. NORDENSKIÖLD erwähnt, der dasselbe bei Ytterby mit Fergusonit und Anderbergit in Feldspat eingesprenkt fand. ENGSTRÖM beschreibt den Arrhenit als dem Aussehen nach Feldspat ähnlich. Die folgende Analyse ist von ENGSTRÖM angegeben:

	Molekular-Verhältnis	
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.67 %	0.010
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21.28	0.048
SiO <sub>2</sub>	17.65	0.292
ZrO <sub>2</sub>	3.42	0.030
Te <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.87	0.012
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.88	0.038
(Ce, La, Di) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	2.59	0.008
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.06	** 0.127
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.10	
CaO	5.22	0.093
BeO	0.74	0.030
H <sub>2</sub> O	6.87	0.382
	99.35	
Sp. Gewicht	3.68	

Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt hier eine Mischung verschiedener Substanzen vor. Nehmen wir an, dass ZrO<sub>2</sub> mit SiO<sub>2</sub>, wie im Zirkon verbunden ist, und die Metallsäuren mit dem Sesquioxyden Fergusonitsubstanz bilden, können wir den Rest mit genügender Genauigkeit so formulieren:



<sup>1</sup> 1876. NORDENSKIÖLD: G. F. F. III. s. 229.

1877. ENGSTRÖM: Akad. afhandl. Upsala 1877. Z. f. Kryst. 3 194.

\* Mol. Gewicht = 328 angenommen.

\*\* Mol. Gewicht = 262 angenommen.

Der grosse Gehalt an Wasser ist wohl wahrscheinlich sekundär; ENGSTRÖM vermutet auch, dass der Arrhenit als ein Umwandlungsprodukt aufzufassen ist.

### Wasit.<sup>1</sup>

Ein Mineral, das seiner Zeit von sich sehr reden liess, ist der Wasit, welcher von BAHR in Upsala auf der Insel Rönsholmen bei Ytterby im Jahre 1862 gefunden wurde. Es ist, sagt BAHR, dem Ortit ähnlich, jedoch ist die Farbe braun bis rot. Der Wasit hielt nach der Analyse BAHR'S etwa einen Prozent eines neuen Oxyds, den er Wasiumoxyd benannte. Nachher soll dieser Oxyd in norwegischem Ortit und in Gadolinit von Ytterby gefunden worden sein. Die Existenz des neuen Oxyds wurde doch bezweifelt; später haben mehrere Chemiker vermutet, dass er aus Ytterit- und Ceriterden bestand. BAHR<sup>2</sup> zeigte nach einiger Zeit, dass der Oxyd mit der Thorerde identisch war. Dies war jedoch nicht das erste Mal, dass die Thorerde bei Ytterby gefunden worden war. Schon im Jahre 1861 beschreibt nämlich WIMMERSTEDT einen orthhaltigen Gadolinit von Ytterby, der ein wenig Thorerde enthielt.

BAHR'S Wasit wurde später aufs neue von ENGSTRÖM 1877 untersucht und er deutet denselben als einen sehr umgewandelten Ortit. Seine Analysen werden hier angeführt.

	I.	II.
SiO <sub>2</sub>	32.75 %	38.40 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.45	15.65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.21	10.97
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.64	4.19
Di <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.46	4.42
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.64	3.50
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.77	3.52
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.22	1.93
Ca <sub>2</sub> O	7.95	3.60
H <sub>2</sub> O	11.95	13.97
ThO <sub>2</sub>	0.98	0.94
	100.02 %	101.09 %

I. Braunlich-schwarzer Wasit.

II. Roter Wasit.

Vergleicht man die Zusammensetzung mit der des Ortit, sieht man wohl eine grosse Übereinstimmung; beträchtliche Unähnlichkeiten treten

<sup>1</sup> 1862. BAHR, Öfv. K. V. A. H. 415.

1863. BAHR, Pogg. ann. 119. 572.

1877. ENGSTRÖM, Akad. afhandl. Upsala 1877.

<sup>2</sup> Ann. Ch. Ph. 132. 227 (1864).



aber auch hervor. Der Gehalt an Kieselsäure ist höher, das Eisen kommt nur als Oxyd vor, und der Wassergehalt ist grösser. Diese Veränderungen aber sind eben die, welche die gewitterten Ortite bezeichnen, weshalb also die Annahme von ENGSTRÖM wahrscheinlich ist, dass der Wasit ein zersetzter Ortit ist.

### Tengerit.<sup>1</sup>

In seiner Mineral-Geographie von 1843 erwähnt HISINGER, dass SVANBERG und C. TENGER mehr oder minder dicke Anflüge von Yttererdekarbonat an den Bruchflächen von Ytterby-Gadolinit gefunden hatten. PETERSSON erwähnt auch diese sekundäre Bildung von anderen Orten. In der Tat findet man sehr oft die muschelige Bruchfläche eines Gadolinitstückes von einem irizierenden Häutchen übertragen, was sogar als ein Kennzeichen des Gadolinites dienen kann. An älteren Flächen kann die Haut von beträchtlicher Dicke sein und ist dann grau, bisweilen mit einem Stiche ins Rote, und undurchsichtig.

Der Name Tengerit ist von DANA vorgeschlagen.

## Die Ytterby-Mineralen in der Geschichte der Chemie.

In der vorigen Darstellung ist gezeigt, welche Rolle die Ytterbyvorkommnisse in der Geschichte der Mineralogie gespielt hat. Hier dürfte es auch zweckmässig sein, ein Paar Kapiteln der Geschichte der Chemie zu berühren, die sich am nächsten dem Namen *Ytterby* anschliessen. Schon oben ist die Entdeckung der Yttererde von GADOLIN in dem Gadolinit angegeben. Durch diese wurde der Grund zu einer langen Reihe von Enthüllungen auf dem Gebiete der sogenannten seltenen Erden gelegt. Nachdem das Dasein der Yttererde von EKEBERG, KLAPROTH, HAUY, VAUQUELIN u. a. festgestellt war, wurde dieselbe zunächst von SCHEERER studiert. Er vermutet (1842), dass, wenn die Beryllerde und die Cernerde in dem Gadolinit weggeschafft sind, die restierende Yttererde doch eine Mischung von mehreren Erden sei. Im folgenden Jahre legt MOSANDER bei der skandinavischen Naturforscherversammlung zu Stockholm (1843) das Resultat seiner Untersuchungen vor, und beweist, dass die Yttererde nicht einheitlich ist, indem er dieselbe in nicht minder als drei verschiedene Oxyde getrennt hatte. Diese wurden von ihm Yttererde, Terbinerde und Erbinerde benannt.<sup>2</sup>

BERLIN versuchte im Jahre 1860 aufs Neue die drei Oxyde nach anderen Methoden zu trennen, aber erhielt nur zwei verschiedenen Oxyde

<sup>1</sup> 1838. SVANBERG: Berzelii årsberättelser 18. 206.

<sup>2</sup> Die Namen aus dem Worte Ytterby hergeleitet.

für welche er die Namen Yttererde und Erbinerde behielt. BUNSEN und BAHR veränderten die Methoden BERLIN'S, sie hatten aber keinen Erfolg.

Es ist hier zu bemerken, dass die Erde, welche sowohl BAHR und BUNSEN als BERLIN Erbinerde benannt und welche rote Salze hatte, nicht dieselbe ist, welche MOSANDER mit diesem Namen bezeichnet, sondern anstatt dessen seiner Terbinerde entsprach. CLEVE und HÖGLUND suchten auch vergebens das dritte Oxyd MOSANDER'S herzustellen (1873). Auch BUNSEN konnte nicht (1875) eine Stütze für das Dasein desselben bei seiner Untersuchung der Funkenspectra der Gadoliniterden finden. Man fing aus guten Gründen an, die Existenz »MOSANDER'S dritter Erde« in Frage zu stellen. Einer unter denen, die dieselbe nicht bezweifelten, war DELAFONTAINE, der das Mineral Samarskit untersuchte und dabei zwei neue Elemente Philippium und Decipium<sup>1</sup> erkannte.

Das letzte Element wurde von DE BOISBAUDRAN in Decipium und Samarium getrennt. Im Samarskit fand SMITH noch ein Element, dem er den Namen Mosandrium gab. Von dem Oxyd des Mosandriums, dessen Farbe gelb war, wurde von DELAFONTAINE und MARIGNAC gezeigt, dass es der gelben weggekommenen Erbinerde von MOSANDER entsprach. Unter dessen hatte ja die rote Erde diesen Namen bekommen, weshalb die Mosandrinerde jetzt Terbinerde benannt wurde.

Aus dieser Terbinerde konnte MARIGNAC (1880) noch zwei Elemente abscheiden, die er  $Y\alpha$  und  $Y\beta$  bezeichnete. Es wurde gezeigt, dass das letzte,  $Y\beta$ , mit dem Samarium identisch war. Das erste,  $Y\alpha$ , wurde näher von DE BOISBAUDRAN untersucht und erhielt vom ihm den Namen Gadolinium (1886), und das Dasein desselben ist nochmals von BETTENDORF (1892) und BENEDICKS (1899) bestätigt worden.

Bei seinen Versuchen die Philippinerde wiederzufinden, gelang es MARIGNAC eine ganz neue, weisse Erde aus der Erbinerde zu isolieren, die er Ytterbinerde benannte (1878). In der übrigen Erbinerde fand NILSSON (1879) noch eine neue Erde: Scandinerde. Das Scandium<sup>2</sup> wurde beinahe gleichzeitig von CLEVE als identisch mit dem »Ekabor« von MENDELEJEFF erwiesen.

Dieses Jahr (1879) finden auch CLEVE und THALÉN, dass, nach dem Wegschaffen von den Ytterbin- und Scandinerden, die zurückgelassene Erbinerde nicht einheitlich ist, sondern aus drei verschiedenen Erden bestehe: der Erbinerde, der Holminerde und der Thulinerde. Schon im Jahre 1878 hatte jedoch SORET erwiesen, dass einige Absorptionsbänder in den Fraktionen MARIGNAC'S auf einen neuen Grundstoff, X, hindeuten, der fehlerhaft das Philippium DELAFONTAINE'S zu sein angenommen wurde. Die Absorptionsbänder stimmen dagegen mit denen des Holmiums überein.

<sup>1</sup> CLEVE erwies (1884), dass die Decipinerde wahrscheinlich grösstenteils aus Gadolinerde bestand. Ungefähr derselben Auffassung schliesst sich auch MARC (1902) an.

<sup>2</sup> In neuester Zeit (1908) hat EBERHARD gefunden, dass Scandium auch im Feldspat und Glimmer von Ytterby sowie auch anderwärts, jedoch immer in sehr kleiner Menge vorkommt.

Betreffs dieser Erde, der Holminerde, muss also die Priorität Soret und Marignac zuerkannt werden.

Soret bezweifelt von einzelnen Linien im Spektrum der Erbinerde, dass dieselben dieser Erde angehören. Thalén und Cleve zeigten auch, dass sie von ihrer Thulinerde herrührten. Diese wird jedoch nunmehr von Marc (1902) als eine Mischung von Yttererde und Ytterbinerde mit wechselnden Mengen von Holmin- und Terbinerde angesehen. Reine Erbinerde wurde erst 1880 von Cleve dargestellt.

De Boisbaudran behauptete (1886), dass von der Holminerde noch ein Oxyd Namens Dysprosia abgetrennt werden konnte, welches er wegen der spektroskopischen Verhältnisse die verlorene Philippinerde zu sein glaubte. Später hat Roscoe erwiesen, dass es nur eine Mischung von Ytter- und Terbinerden war.

Mittels des Spektroskops hat man geglaubt, noch eine grosse Anzahl von Grundstoffen gefunden zu haben. Ihre Existenz ist jedoch bei weitem nicht bestätigt und sie werden nicht in dieser kurzen Übersicht mitgenommen.

Aus dem vorigen geht hervor, dass die Entdeckung einer grossen Anzahl der sogenannten Erdmetallen sich an den Gadolinit anknüpfen. Von einigen mehr oder minder hypothetischen oder mindestens nicht hinreichend bestätigten Grundstoffen abgesehen, muss man die Entdeckung der folgenden dem Gadolinit zuführen:

<i>Yttrium</i>	von GADOLIN	(1796)	entdeckt.
<i>Terbium</i>	» MOSANDER	(1843)	»
<i>Erbium</i>	» MOSANDER	(1843)	»
<i>Ytterbium</i>	» MARIGNAC	(1878)	»
<i>Holmium</i>	» SORÉT	(1878)	»
<i>Scandium</i>	» NILSON	(1879)	»

Die folgenden Elemente sind dagegen in Samarskit gefunden:

<i>Samarium</i>	von DE BOISBAUDRAN	1879	entdeckt.
<i>Gadolinium</i>	» MARIGNAC	1880	»

Die Oxyde dieser Elemente pflegt man als Gadolinit- oder Ytterit-erden zu benennen.

In einer grossen Anzahl von Mineralen, z. B. Fergusonit und Gadolinit, ist das scheinbare Molekulargewicht annäherungsweise konstant ( $R_2O_3 = 262$ ; A. E. NORDENSKIÖLD), wovon man sich auch in einigen Fällen bei der Berechnung der Analysenresultate angewandt hat.

In diesem Zusammenhang mag auch an die andere Gruppe der seltenen Erden erinnert werden: die Ceritgruppe. Die Ceriterde wurde gleichzeitig von Hisinger und Berzelius im Minerale Cerit (»Bastnäs tungsten») und von Klaproth (1803) entdeckt. Mosander schied die Lantanerde ab (1839) und kurz nachher konnte er von dieser noch das Didymoxyd trennen (1841). Der Didym wurde wieder von Auer v. Welsbach (1885) in Neodym und Praseodym gespalten.

Ausser den Gadolinit- und Ceriterden kommt auch Thorerde im Gadolinit vor. Diese wurde (1823) von BERZELIUS in dem von ESMARK entdeckten, norwegischen Minerale Thorit gefunden. In neuerer Zeit hat man die Einheitlichkeit des Thoriums bezweifelt und BASKERVILLE nimmt an, dass darin nicht weniger als drei Elemente: Berzelium, Thorium und Carolinium verborgen sind.

Eine gewisse Rolle hat Ytterby auch in der Geschichte der sogenannten Metallsäuren gespielt. Das Entdecken des Tantals von EKEBERG (1802) ist schon oben erwähnt.

Schon früher (1801) hatte HATCHETT ein neues Element im Columbium gefunden, welches von ihm Columbium benannt wurde. Unterdessen wurde dieses von WOLLASTONE für identisch mit dem Tantal gehalten, was jedoch von WÖHLER (1839) als unrichtig erwiesen wurde. Columbium, dessen Namen jetzt Niob ist, und Tantal sind also ganz verschieden und ROSE glaubte sogar ein drittes Element, Pelopium zu haben. Endlich zeigte BLOMSTRAND und MARIGNAC gleichzeitig (1864), dass die Pelopsäure aus reiner Niobsäure bestand und dass ROSE's Niobsäure dagegen nur eine Mischung von Niob- und Tantalsäure war.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Literatur* (Übersichtliche Darstellungen):

CLEVE: Om jordarterna. Nordisk Tidskrift 1880.

HAIDINGER: Mehrere Artikeln über seltene Erden in DAMMER: Handbuch d. anorg. Chemie Bd III s. 1—54; 1893.

CLEVE: Marignac Memorial Lecture. Proc. of the Chem. Soc. s. 468; 1895.

A. E. NORDENSKIÖLD: Mineralier som innehålla sällsynta jordarter. Nordisk Tidskrift 1899.

MUTHMAN: Seltene Erden in Dammers oben citiertem Handbuch. Bd IV s. 643—653. 1903.

BASKERVILLE: The elements: Verified and unverified. Amer. Assoc. Vol. LIII. 1904.

WIDMAN: Om Scandium. Sv. Kemisk Tidskrift 1908, s. 168.

### Verkürzungen.

- K. V. A. H. = Kongl. Vetenskaps-Akademiens Handlingar. (Stockholm).  
 Bih. K. V. A. H. = Bihang till K. Svenska Vet.-Akademiens Handlingar. (Stockholm).  
 Öfv. K. V. A. H. = Öfversikt af Kongl. Vetenskapsakademiens Förhandlingar. (Stockholm).  
 Arkiv för kemi = Arkiv för kemi, mineralogi och geologi. (K. V. A., Stockholm).  
 G. F. F. = Geologiska Föreningens Förhandlingar. (Stockholm).  
 Vid. Selsk. = Videnskabs-Selskabets Skrifter; Math. Naturv. Klasse. (Christiania).  
 Pogg. Ann. = Poggendorfs Annalen der Physik und Chemie.  
 Wied. Ann. = Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie.  
 Crell's Ann. = Crell's chemische Annalen.  
 Schweig. J. = Schweiggers Journal für Chemie und Physik.  
 Ann. Ch. Pharm. = Annalen der Chemie und Pharmacie.  
 Ann. Chim. Phys. = Annales de Chimie et de Physique.  
 J. Chem. Soc. = Journal of the Chemical Society. (London).  
 Z. f. Kryst. = Groth's Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie.

### Einhaltsverzeichnis.

#### Vorwort.

#### Historisches.

#### Die Gesteine der Umgebung.

#### Die Minerale des Ytterbypegmatits.

- Übersicht.*
- Kalifeldspat.*
- Kalk-Natronfeldspat.*
- Die Glimmerminerale.*
- Öbrige gewöhnliche Pegmatitminerale.*
- Altersfolge der Minerale.*
- Gadolinit.*
- Yttrotantalit.*
- Fergusonit.*
- Ortit.*
- Xenotim.*
- Anderbergit.*
- Arrhenit.*
- Wasit.*
- Tengcrit.*

#### Die Ytterbyminerale in der Geschichte der Chemie.

#### Verkürzungen der Literaturhinweise.

# 13. Über einen Eisenmeteorit von Muonionalusta im nördlichsten Schweden.

(Hierzu Tafel 9.)

Von

**A. G. Högbom.**

Im Jahre 1909 hatte der Grubendisponent, Phil. Dr. HJ. LUNDBOHN in Kiruna die Freundlichkeit, diesen Meteorit dem hiesigen Geologischen Institut zu schenken. Die unten angeführten Angaben über Fundort und Fundumstände sind von Dr. LUNDBOHN eingeholt und zu meiner Disposition gestellt worden. Ich benutze die Gelegenheit ihn sowohl für diese, wie für die schöne Gabe meinen besten Dank zu bezeugen.

## **Fundort und Fundumstände.**

Im Juli oder August 1906 machte die Fräulein Amalia Carlsson mit ihrem jungen Bruder eine Wanderung in der Nähe des Dorfes Kitkiojärvi in Muonionalusta, etwa 20 Kilometer WSW von der Kirche, welche gerade am Flusse Torneå Älf auf 67°, 53' N. Br. gelegen ist. Auf einen niedrigen, von Moorland umgebenen Moränenhügel in der Nähe des Baches Vajajoki, 4 Kilometer WSW von dem oben genannten Dorfe, wurde der Stein gefunden, etwa zur Hälfte im Boden eingesenkt. Er war nicht von irgend welcher Vegetation oder von losen Verwitterungsprodukten bedeckt, weshalb die Finderin vermutete, dass er nicht lange Zeit dort gelegen hatte.

Der Stein wurde von einem Arbeiter I. V. Johansson nach Kiruna übergebracht und durch die Vermittelung des Ingenieur H. KRAEPELIN von Dr. HJ. LUNDBOHN erworben. Nachdem es durch eine in Kiruna ausgeführte Analyse, welche einen Nickelgehalt von 8,6 % ergab, konstatiert worden war, dass das Eisenstück wirklich meteorisch sei, wurde es dann, dank der Freigebigkeit Dr. LUNDBOHN'S, mit der Meteoritensamm-

lung des Geologischen Instituts der Universität einverleibt. Es ist der erste Eisenmeteorit, welcher in Schweden gefunden worden ist. Von allen übrigen Meteoritenfunden in unserem Lande ist das Falldatum bekannt, wenn man von dem noch wohl recht fraglichen moldautartigen Stein wegsieht, der von EICHSTÄDT und später von WAHL beschrieben wurde.<sup>1</sup> Es ist ja auch leicht verständlich, dass in unserem, mit einem bunten Gemisch allerlei Gesteinsarten übergestreuten Lande, die Aussicht ausserordentlich gering sein muss, einen meteorischen Stein zu entdecken. Am ehesten möchte indessen dies mit den Eisenmeteoriten zutreffen, welche durch ihre Schwere und ihr abweichendes Aussehen die Aufmerksamkeit an sich ziehen können. Alljährlich werden mir Gesteine, darunter auch Eisenstücke, zugesandt, welche von den Findern als Meteoriten gedeutet werden; es ist aber niemals früher eingetroffen, dass ein wirklicher Meteorit vorhanden war.

Es muss als ein bemerkenswerter Zufall betrachten werden, dass der erste Fund aus einer so dünn bevölkerten und öden Gegend, wie diesem Teil von Schweden, kommt. Die Bevölkerungsdichte ist hier (Kirchspiele Pajala und Muonionalusta, 4.829 km<sup>2</sup>) nur etwa 1 pr km<sup>2</sup>.

### Grösse und Gestalt.

Das Gewicht des Meteorits ist 7,53 kg, das spezifische Gewicht 7,9. Der Volumen ist folglich etwa 0,95 dm<sup>3</sup>. Er wird von vier grösseren Flächen begrenzt, von denen zwei in den Figg. 1 und 2, Tafel 9, in natürlicher Grösse abgebildet worden sind. Wenn man von der triangulären Fläche Fig 1 ausgeht, so hat man links die Fläche Fig. 2, welche zu jener annähernd rechtwinklig steht. An der rechten Seite der Fig. 1 grenzt die dritte Fläche, deren Grösse und Begrenzung ziemlich genau dieselbe ist wie die der Fläche Fig. 2 und auch annähernd rechtwinklig gegen die Fläche Fig. 1 ist. Betreffs der Oberflächengestaltung sind diese zwei Flächen dagegen recht verschieden, indem die Fläche Fig. 2 sehr uneben und mit grossen Vertiefungen und Wülsten versehen ist, während die oben als die dritte bezeichnete Fläche vergleichsmässig eben und dabei deutlich konvex ist. Diese Flächen laufen oben in einer 7 Centimeter langen Kante zusammen und bedingen dadurch das an der Fig. 1 zu Schau kommende keilförmige Aussehen des Meteorits. Die vierte, stark konvexe Fläche geht von der Hinterseite dieser Kante aus und setzt sich mit zunehmender Breite an der Hinterseite der Fig. 1 fort, um an dem unteren Rand derselben Figur hervorzutreten. Diese Fläche macht folglich eine beinahe halbkreisige Umbiegung in der Richtung von oben nach unten, wie auch aus dem Verlauf des Randes an der linken Seite der Fig. 2 zu sehen ist. Dieser Rand bezeichnet eben die Grenzlinie der beschriebenen vierten Fläche gegen die auf der Fig. 2 darge-

<sup>1</sup> Geol. Fören. Förhandl. Bd 30 (1908) und 31 (1909).

stelle Fläche, mit der Beschränkung jedoch, dass der obere Teil desselben, rechts von dem kleinen Vorsprung, der obengenannten Kante zwischen den Flächen 2 und 3 entspricht.

Zur weiteren Orientierung bezüglich der Gestalt des Meteorits mag noch der Durchschnitt Fig. 3, Taf. 9 angezogen werden, welcher etwa parallel eine Rhombendodekaederfläche und etwa rechtwinklig gegen die Fläche Fig. 1 steht, die er in einem Abstand von 7 *cm* von dem oberen Ende dieser Figur schneidet. Die trianguläre Fläche ist hier nur ein Paar *cm* breit und dabei recht uneben, weshalb sie in dem Durchschnitt nicht viel hervortritt. Der linke Rand des Durchschnitts geht durch die auf Fig. 2 abgebildete Fläche in einem Abstand von 7 *cm* von deren oberem Rand. Die rechte Seite des Durchschnitts geht durch die oben als die dritte, und der untere Rand durch die als die vierte bezeichnete Fläche. Die Konvexität der dritten Fläche tritt mit ihrem Maximum in dem Durchschnitt hervor, während die vierte, stark krumme Fläche, weil der Durchschnitt senkrecht gegen die Umbiegungsrichtung trifft, eine gerade Schnittlinie bildet.

Wie aus obiger Beschreibung und aus den Abbildungen hervorgeht, grenzen die vier Hauptflächen des Meteorits nicht mit scharfen Kanten an einander. Durch die Oberflächenskulptur sind die Kanten abgestumpft worden, so dass sie sogar an einigen Stellen fast ganz ausgewischt worden sind, wodurch die Begrenzung der einen Fläche gegenüber der anderen etwas willkürlich wird. Dies wird z. B. an der linken Seite der Fig. 1 illustriert, wo die durch stärkere Beleuchtung hervortretende trianguläre Fläche gegen die mit dunklerem Ton erscheinende Fläche links sehr unregelmässig und teilweise mit verwischtem Kant grenzt. Die von den beiden konvexen (dritten und vierten) Flächen gebildete Kante, ist, weil diese Flächen weniger stark skulptiert sind, recht regelmässig, aber eben wegen der Konvexität der an einander stossenden Flächen nicht sehr hervortretend. Er wird an der Fig. 3 rechts unten von dem Durchschnitt getroffen, an einen Punkt, wo er etwas weniger als gewöhnlich markiert ist.

Ausser den nun beschriebenen vier Hauptflächen, welche alle die charakteristische Meteoritenstruktur zeigen, kommt noch ein fünfte, kleinere Fläche vor, die durch Abspalten nach der oktaedrischen Spaltrichtung entstanden ist. Diese etwas treppenartige Abspaltungsfläche ist triangulär mit einer Seitenlänge von etwa 5 *cm*. Sie bildet einen Winkel von etwa  $120^\circ$  mit der triangulären Fläche Fig. 1, an welcher sie am unteren Ende der Figur grenzt. Diese Abspaltungsfläche ist von derselben Rostrinde bedeckt wie die anderen, zeigt aber keine Skulptur, weshalb sie wahrscheinlich beim Anprallen des Meteorits gegen die Erdoberfläche, oder allerdings nachdem seine kosmische Bewegung zu Ende war, entstanden ist.

Noch kleinere treppenartige Abspaltungsflächen werden ferner an einigen Stellen gesehen, z. B. an der linken Seite der Fig. 2, etwas nach oben, und an dem oberen, rechten Ende derselben Fig., an dieser Stelle in Profil gesehen. An der oberen Ecke, Fig. 1, ist dieselbe Spaltfläche



en Face zu sehen. Ihre Lage ist parallel der grossen triangulären Fläche dieser Figur. Dass diese skulptierte Fläche in der Tat auch eine Spaltfläche representiert, geht nicht nur aus ihrer parallelen Lage mit jener kleinen Spaltfläche hervor, sondern wird auch aus ihrer Neigung ( $120^\circ$ ) gegen die oben beschriebenen Spaltfläche am unteren Ende derselben Figur bestätigt. Die Abhängigkeit der Gestalt des Meteorits im Ganzen von den oktaedrischen Spaltrichtungen wird übrigens durch den Verlauf der Widmanstättenschen Figuren in dem auf der Fig. 3 abgebildeten Durchschnitte angedeutet. Man sieht, wie die Hauptrichtungen der Kanten dieses Schnittes mit den Richtungen der Lamellen zusammenfällt. Der Meteorit ist deshalb als ein Spaltungsstück anzusehen, welches bei der Durchfahrt durch die Atmosphäre einer mehr oder weniger tiefgreifenden Korrosion ausgesetzt worden ist.

Wenn man die Art der Oberflächenskulptur an verschiedenen Seiten des Meteorits betrachtet, ergibt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Brust- und Rückenseite, wodurch er sich als ein *orientierter* Meteorit erweist.

Die *Rückenseite* wird durch die Fläche Fig. 2 repräsentiert; sie unterscheidet sich von den anderen Flächen durch eine kräftige Skulptur mit grossen Vertiefungen und zwischen ihnen liegenden Kämmen, Wülsten und Spitzen. Die tiefste Partie liegt links oben, die höchste etwas unterhalb der Mitte der Figur. Der Höhenunterschied beträgt etwas mehr als 2 cm. Die fingerähnlichen Eindrücke rechts oben und links unten in der Nähe der eben erwähnten höchsten Aufragung sind kaum centimetertief. Es ist zu bemerken, dass die Abbildung, wegen der Lichtreflexe, die Oberfläche etwas rauher erscheinen lässt, als sie in der Wirklichkeit ist. Alle Wülste und Kanten sind nicht ganz scharf, sondern wie etwas abgenutzt, und auch die Vertiefungen haben eine glattere Oberfläche, als man vielleicht aus der Figur 2 schliessen möchte.

Die *Brustseite* wird von den zwei oben als die dritte und vierte beschriebenen konvexen Flächen gebildet, welche zusammen eine vogelbrustähnliche Wölbung hervorrufen, an derem am meisten vorspringenden Teil der Apex des Meteorits zu verlegen ist. Dieser Apex liegt gegenüber der Fläche der Rückenseite, etwas nach unten, oder ziemlich genau an einer Linie, welche senkrecht von dieser Fläche und von ihrem höchsten Punkt (siehe oben!) gezogen wird. Die trianguläre Abspaltungsfläche, welche an dem unteren Rand der Fig. 1 hervortritt, streckt sich nach hinten bis in die unmittelbare Nähe des Apex. Während diese Fläche, wie schon bemerkt, keine Skulptur zeigt, ist dagegen die grosse trianguläre Fläche der Fig. 1 skulptiert. Sie hat zu den Brust- und Rückenseiten eine intermediäre Lage, und dürfte durch eine Abspaltung entstanden sein, welche etwa parallel mit der Rotationsaxe geht.

Die Skulptur der Brustflächen ist viel weniger hervortretend als die der Rückenseite. Besonders in der Nähe des Apex sind die Vertiefungen und die Wülste sehr niedrig, so dass die Höhenunterschiede nicht einige

wenige Millimeter überschreiten. Rückwärts werden die Unebenheiten grösser, besonders am Rande der gegen die Rückenfläche grenzenden »vierten« Fläche. Eine links, etwas nach unten, auf der Fig. 2 zu sehende Einbuchtung gehört einer rinnenförmigen Vertiefung, welche von dem Rand einige Centimeter gegen den Apex hin läuft. Mit Ausnahme dieser Rinne, deren Richtung übrigens vielleicht auch recht zufällig ist, sieht man Nichts in der Skulptur der Brustflächen, was als Zeugnisse einer radialen, von dem Apex ausstrahlenden Korrosion zu deuten werden kann. An der Kante zwischen der Rückenfläche und der Brustfläche, links oben Fig. 2, ist eine vorspringende Partie, welche dadurch hervorgebracht worden ist, dass Teile des Randes nach der oktaedrischen Spalttrichtung abgebrochen worden sind. Dies scheint noch während des Fluges durch die Atmosphäre geschehen zu sein, denn eine Skulptur ist auch an diesen kleinen Spaltflächen zu sehen.

### Rinde und Adern.

*Rostrinde.* Der Meteorit ist an allen Seiten mit einer dunkelbraunen Rostrinde bekleidet, welche jedoch so dünn ist, dass der weissliche Metall an schärferen Ecken und Kanten zu Schau kommt. Wahrscheinlich ist die Rostrinde dort nach der Auffindung des Gesteins durch das Handtieren desselben abgenutzt worden. In den Vertiefungen kann diese Rinde indessen hie und da etwas mehr entwickelt sein und Millimeterdicke oder etwas mehr erreichen. Dünne Scherben können sich dort mit der Hilfe eines Messers ablösen. Die Rostrinde ist meistens etwas glatt und glänzend, nicht bei Frottieren abfärbend.

Auch die nicht skulptierten kleinen Spaltflächen sind von einer Rostrinde derselben Beschaffenheit bedeckt, so dass der ganze Stein, mit Ausnahme eines sehr kleinen, für die oben genannte Analyse abgebrochenen Fragments, als unverletzt anzusehen ist.

Da von einer Schmelzrinde am Gestein nur sehr wenig zu sehen ist, könnte man zu der Vermutung kommen, dass die oben beschriebene Skulptur des Steins nicht während des Fluges durch die Atmosphäre, sondern erst später, durch eine ungleichmässig fortschreitende Oxydation unter dem Einfluss der Atmosphärien entstanden wäre. In diesem Falle würden die noch nicht skulptierten Abspaltungsflächen vergleichmässig spät und während des Liegens des Meteorits auf dem Erdboden entstanden sein. Wenn man aber die oben beschriebenen Verschiedenheiten der Skulptur an verschiedenen Flächen und an den recht typisch auftretenden Rücken- und Brustseiten in Betracht zieht, dürfte es kein Zweifel übrig bleiben, dass der Meteorit nur sehr wenig durch Verrostung angegriffen worden ist. Dies wird übrigens durch die Verteilung der Überbleibsel der Schmelzrinde und der mit dieser verknüpften schwarzen Adern bestätigt.

*Brandrinde und schwarze Adern.* An einigen Punkten in dem an Fig. 3 abgebildeten Durchschnitte sieht man eben am Rande kleine, höchstens millimeterbreite Partien der schwarzen Substanz, welche gewöhnlich als Brandrinde betrachtet wird und als eine Eisenoxydulverbindung (Magnetit) gedeutet wird.<sup>1</sup> Von diesen Partien und von mehreren anderen Teilen des Randes strahlen feine schwarze Adern aus, welche gewöhnlich nur einige Millimeter einwärts fortsetzen. Vereinzelte Adern können jedoch einige Centimeter weit verfolgt werden, und im unteren linken Teil des abgebildeten Durchschnittees sieht man eine etwas verästelte blitzstrahl-ähnliche Ader von etwa 7 Centimeter Länge, die nach beiden Enden auskeilt, so dass sie die Oberfläche in dem hier repräsentierten Schnitte nicht erreicht.

Die Adern, welche von dem Rand des Schnittes ausgehen, kommen gewöhnlich geschaart vor und folgen mit Vorliebe den Taenitbändern, welche sie bisweilen ganz verdrängen. Obgleich gewöhnlich eine der Balkenrichtungen bevorzugt ist, kommt es auch vor, dass die Adern nach zwei oder auch nach drei Richtungen sich kreuzen. Dies ist besonders in den äussersten Partien zu sehen. Die Adern liegen dabei so dicht und werden so breit, dass ein Übergang zu der homogenen Brandrinde stattfindet. Vereinzelte Adern, besonders die längsten, springen oft von einer Balkengrenze in die andere über. Diese Adern sind so fein, dass sie mit der hier benutzten Reproduktionsmethode an der geätzten Fläche kaum entdeckt werden können.

### Primäre Bestandteile des Meteorits.

Von den Substanzen der Rostrinde, der Brandrinde und der Adern abgesehen, welche sekundäre Bildungen sind, besteht dieser Meteorit ganz überwiegend aus den gewöhnlichen Eisen-Nickelverbindungen *Kamacit*, *Taenit* und *Plessit*. Diese sind so vorherrschend, dass nach den Schnittflächen zu urteilen die übrigen Bestandteile einen nur geringen Bruchteil eines Procents ausmachen. Diese untergeordnet vorhandenen Gemengteile treten in dem abgebildeten Durchschnitte als acht kleine dunkle Flecke auf, welche aus *Troilit* bestehen, der einen centralen Kern von *Daubréolith* enthält. Wegen ihrer Spärlichkeit wurden diese Substanzen nicht Gegenstand einer speciellen chemischen Analyse. Die Bestimmung gründet sich deshalb nur auf ihre äusseren Charaktere und betreffs des Troilits auf die Reaktion auf Schwefelwasserstoff bei Behandlung mit Salzsäure.

<sup>1</sup> An der Fig. 3 tritt ein schwarzer, fast kontinuierlicher Rand links und oben hervor, der jedoch nicht diese Rinde repräsentiert, sondern wesentlich nur eine Beleuchtungserscheinung ist. Die kleinen schwarzen Randpartien rechts und unten gehören dagegen der Schmelzrinde, sie sind aber an der Figur nicht scharf hervortretend und erscheinen etwas grösser als in der Wirklichkeit.

### Der Daubréelith.

Die als Daubréelith gedeutete Substanz tritt in der Mehrzahl der Durchschnitte der Troilitfleck auf. In einigen Durchschnitten werden sie nicht gesehen, da aber die Körner sehr klein sind und oft nur einen kleinen Bruchteil der Area dieser Flecke aufnehmen, ist ihre Abwesenheit in manchen Schnitten leicht erklärlich, auch wenn sie faktisch in allen Troilitkörnern vorhanden sind. In ein Paar Fällen hat das Daubréelitkorn beim Schneiden herausgefallen, so dass seine Abdrucke im Troilit zu sehen sind. Sowohl aus diesen Abdrucken wie aus den Konturen einiger Körner scheint es hervorzugehen, dass sie von Krystallflächen begrenzt sind. Andere Körner sind jedoch von einer unregelmässigen Form oder rundlich. Die grössten beobachteten Körner hatten einen längsten Durchmesser von etwa 0,6 mm bei einer Dicke von 0,2 mm.

Beim Schleifen nehmen die Körner einen starken schwarzen Glanz an. Sie werden von dem Schmirgelpulver geritzt, sind aber sehr hart, da sie beim Durchschneiden des Meteorits so grossen Widerstand leisteten, dass man sich vorstellte, auf Diamanten getroffen zu haben. Glas wird leicht von den Körnern geritzt, dagegen Quarz nicht. Beim Zerdrücken bilden sich ganz unregelmässige Bruchflächen, welche keine Andeutungen zu vorhandenen Spaltflächen geben. Die Krystallflächen sind rau und geben keine verwendbaren Reflexe. In reflektiertem Licht unter dem Mikroskop haben die Körner einen bläulich schwarzen Metallglanz.

Die Körner sind nicht magnetisch und werden nicht von kalten Säuren angegriffen.

### Der Troilit.

Die Troilitkörner haben verschiedene Formen, in dem sie cirkelrunde, ovale, eckige oder ganz unregelmässige Durchschnitte zeigen. Einige Durchschnitte, unter diesen der in der Mitte, etwas links, auf der Figur 3 vorkommende, sind langgestreckt und von parallelen Kantenpaaren begrenzt. In zwei oder drei Fällen lag der eingeschlossene Daubréelith mit seiner Längsrichtung in Übereinstimmung mit der Längskante des Troilits orientiert. Auffallenderweise finden sich unter etwa 20 beobachteten Troilitkörnern drei, die eine Orientierung der Kanten des Troilits nach den Richtungen der Widmanstättenschen Lamellen zeigen. Wenn dies nicht ein Zufall ist, was kaum anzunehmen ist, dürfte es nicht recht wohl mit der Auffassung vereinbar sein, dass die Entmischung des Nickel-eisens erst nach der Verfestigung stattgefunden hat, dies umsoweniger als der in diesen orientierten Troilitpartien eingeschlossene Daubréelith auch orientiert ist.

Die Farbe und der Glanz des Troilits sind denen des terrestrischen Magnetkieses ganz ähnlich, möglicherweise in frischen Schnitten ein wenig

heller. Die Körner sind so eng mit dem sie umhüllenden Nickeleisen verbunden, dass sie keine Tendenz zu haben scheinen von demselben auszufallen.

Es mag noch hier bemerkt werden, dass die Oberfläche des Meteorits keine Vertiefungen zeigt, die einer Ausschmelzung von Troilitkörnern zugeschrieben werden können. Wegen der kleinen Dimensionen dieser und der Zerstörung der feineren Skulpturdetails durch Rostbildung ist die Abwesenheit derartiger Löcher nicht befremdend.

### Das Nickeleisen.

Der Meteorit besteht zu mehr als 99 % aus Nickeleisenlegierungen. Nach Messungen an den Schnittflächen bilden die übrigen makroskopischen Gemengteile, der Troilit und der Daubréelith, zusammen höchstens 0,2 % des Ganzen. Dr. R. MAUZELIUS, der später eine vollständige chemische Untersuchung dieses Meteorits ausführen wird, hat gütigst eine vorläufige Bestimmung der quantitativ wichtigsten Bestandteile zu meiner Verfügung gestellt. Diese Analyse ergab:

Fe . . . . .	91.10 %
Ni . . . . .	8.02
Co . . . . .	0.69
Cu . . . . .	0.01
Cr . . . . .	0.01
P . . . . .	0.05
	<hr/>
	99.88 %

C und S wurden nicht bestimmt. Spezifisches Gewicht (bei 21°) 7.893.

### Struktur und Lamellierung des Nickeleisens.

Mit Rücksicht auf die Feinheit der Lamellierung kann dieser Meteorit als zu der Gruppe der »Oktaëdrite mit feinen Lamellen« geführt werden. Die horizontale Lamellenrichtung auf der Fig. 3, welche etwa rechten Winkel mit der Schnittfläche bildet, gibt als mittlere Breite der Lamellen etwa 0,5 mm. oder es gehen durchschnittlich 18–21 Kamazitbalken auf einen Centimeter. Die schief gegen die Schnittfläche gestellten Oktaëderflächen geben entsprechend grössere Werte. Nach einer Serie von Messungen kann die Menge von Plessit zu etwa 17 % geschätzt werden. Das Verhältnis zwischen Tænit und Kamazit lässt sich nicht genau feststellen, da die Tænitbänder allzu dünn und dabei auch unregelmässig sind. Nach Augenmass dürfte der Tænit weniger als 10 % des Ganzen ausmachen.

Betreffs der Lamellierung mag noch bemerkt werden, dass auch, und zwar besonders an der Grenze gegen die Plessitfelder oder dieselben durchsetzend, Lamellenkomplexe von einer entschieden feineren Struktur oft vorkommen, welche von der für »Oktaëdrite mit feinsten Lamellen« auszeichnenden Grössenordnung sind und eine zwischen den oben beschriebenen normalen Lamellen und der noch feineren Lamellierung, welche bisweilen in den Plessitfeldern selbst vorkommt, so zu sagen intermediäre Grösse haben. Diese drei Stufen der Lamellierung sind im Allgemeinen ziemlich scharf von einander abgegrenzt, aber es kommen jedoch Partien vor, wo man in eine Ungewissheit raten kann, zu welcher der Stufen sie zu führen sind.

Die Lamellierung und alle übrigen Strukturzüge setzen ohne Veränderung bis an die Oberfläche fort, wenn man von der Brandrinde und den schwarzen Adern absieht.

Über die Ausbildung der drei Nickeleisen sind hier noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Der *Kamazit* zeigt in geeigneten Lagen den gewöhnlichen Schimmerreflex. Da nicht alle parallellaufende Balkenschnitte gleichzeitig schimmern, und da ausserdem, wie an der Fig. 3 zu sehen ist, Balkenzüge vorkommen, welche unter einen sehr spitzen Winkel (etwa  $8^\circ$ ) die herrschende Richtung schneiden, dürfte eine Zwillingbildung vorliegen, welche mit Rücksicht auf die Lage der Schnittfläche — beinahe parallel (110) — die Oktaederfläche zu Zwillingfläche hat. Der *Tænit* zeigt keine bemerkenswerte Verhältnisse. Ausser zwischen den Kamazitbalken tritt er auch gegen die Plessitfelder auf; dagegen ist er nicht zwischen den Troiliteinschlüssen und den Kamazit vorhanden, sondern dieser grenzt unmittelbar an dem Troilit.

Die *Plessit*-felder zeigen verschiedene Strukturen. Einige sind gleichmässig körnig und man unterscheidet in denselben mit starker Loupe glänzende Flittern von dem Aussehen des *Tænits*. Andere werden beim Ätzen chagrinartig fleckig, während noch andere, partiell oder durchweg, wie schon oben bemerkt worden ist, einen sehr feinen lamellären Bau zeigen. Diese lamellierte Struktur wird in einigen Fällen so wohl entwickelt, dass der Plessit als nur eine feinere Ausbildungsform der ordinären lamellären Verwachsung von *Tænit* und *Kamazit* erscheint.

### **Tafel 9.**

**Fig. 1.** Seitenansicht des Meteorits.

**Fig. 2.** Rückenseite des Meteorits.

**Fig. 3.** Durschnitt des Meteorits mit WIDMANSTÄTTEN'schen Figuren.



## **The Students Association of Natural Science. Upsala.**

### **Geological and Physico-Geographical Section.**

**Meeting, Januar 30th 1908.**

The following officers were appointed:

Mr O. SJÖGREN, Secretary.

Mr STEN DE GEER and mr F. ENQVIST, Reviewers.

Mr A. G. HÖGBOM spoke on the nomenclature for the fine-crystalline schists (hällfintgneiss and granulite).

**Meeting, Februar 20th 1908.**

Mr C. WIMAN reviewed some new papers by HOLST, GRÖNVALL, and RAVN dealing with the Tertiary of Skåne and Denmark.

Mr A. BYGDÉN described an Archean conglomerate occurring in the neighbourhood of Piteå.

Mr STEN DE GEER reviewed BRAUN »Beiträge zur Morphologie des nördlichen Apenin».

**Meeting, March 12th 1908.**

Mr C. WIMAN demonstrated a series of Brachiopods from Spitzbergen.

Mr J. P. GUSTAFSSON spoke on the influence of the soil freezing upon the phenomena of solifluction.

**Meeting, March 26th 1908.**

Mr P. GEIJER read a paper on apatite dikes in Kiruna (see Bull. Vol. VIII).

Mr A. HAMBERG spoke on the undulation theory of Helmholtz and the application of the same on some geological phenomena.



**Meeting, April 9th 1908.**

Mr A. G. HÖGBOM demonstrated a number of peculiar mineral intergrowths in breccias (see this Bull. Vol. VIII).

Mr C. WIMAN reviewed J. WALTHER, »Geschichte der Erde und des Lebens».

**Meeting, April 27th 1908.**

Mr C. WIMAN demonstrated some *Conularia* fossils and spoke about their systematic position.

Mr A. G. HÖGBOM gave an account on the Geological Congresses, their organisation, and works.

The SECRETARY spoke on the shore formations of lake Torne träsk, especially on the work of the lake ice in their development.

**Meeting, May 15th 1908.**

Mr P. STOLPE spoke on the late glacial shore lines in the surroundings of lake Vettern.

Mr STEN DE GEER and the Secretary reviewed: PENCK & BRÜCKNER, »Die Alpen im Eiszeitalter».

**Meeting, September 23th 1908.**

The following officers were appointed: .

Mr O. SJÖGREN, Secretary.

Mr STEN DE GEER and Mr B. HÖGBOM reviewers.

Mr STEN DE GEER spoke on the mud in the water of the Ice Fjord of Spitzbergen.

The SECRETARY reviewed the glacial sculpture of some Alpine valleys visited by him in the past summer.

**Meeting, October 26th 1908.**

Mr H. NELSON read a paper on the terminal glacial gravel ridges of Halland and Mr STEN DE GEER spoke on the great fault areas of the Ocean.

**Meeting, November 12th 1908.**

Mr BERTIL HÖGBOM demonstrated the collections of Tertiary plant fossils made by the last Swedish expedition to Spitzbergen.

Mr R. SERNANDER reviewed the treatise by J. H. L. VOGT »Über die lokale Glaciation an den Lofoten Inseln», which paper gave rise to a lively discussion about the parallelisation of this glaciation with stages of the melting time known from other countries in North Europa.

**Meeting, November 26th 1908.**

Mr A. G. HÖGBOM spoke on the place of the palæolithic epochs in the geological time scheme.

**Meeting, December 7th 1908.**

Mr R. SERNANDER spoke on man and pine in Southern Sweden under the Ancyclus time.

**Meeting, Februari 11th 1909.**

The following officers were appointed:

P. GEIJER, Secretary.

STEN DE GEER, Treasurer.

BERTIL HÖGBOM and E. SCHÖN, Reviewers.

Mr P. GEIJER demonstrated a series of rock and ore specimens from Grängesberg and some other mines of middle Sweden.

Mr BERTIL HÖGBOM reviewed the literature about the Cañon Diablo crater.

**Meeting, Februari 25th 1909.**

Mr STEN DE GEER gave an account of the morphology of the lake Toften in Nerike, Mr A. HEDELL demonstrated a found of *Phoca groenlandica* in a culture deposit from the Litorina time, and Mr A. G. HÖGBOM spoke on the recently found skeletons of *Homo primigenius* in Dordogne.

**Meeting, March 11th 1909.**

Mr E. SCHÖN reviewed »Die vulkanischen kleinen Antillen» by SAPPER (N. J. f. Min. 1904: 2), Mr A. G. HÖGBOM showed some recently found minerals from Gellivare, Mr R. SERNANDER criticised HOLST'S paper on »Postglaciala tidsbestämningar», and the SECRETARY reviewed some recently published papers about the diamonds of South Africa.

**Meeting March 29th 1909.**

Mr STEN DE GEER spoke on the terminal moraines and their equivalents in the archipelago of Upland and Södermanland.

Mr A. DAHLSTEDT read a paper on the Fardume Träsk on Gotland.

**Meeting April 22th 1909.**

Mr A. G. HÖGBOM spoke on the geology in the school teaching.

Mr A. HAMBERG made a communication on striated blocks in breccias.

**Meeting, October 14th 1909.**

Mr C. BENEDICKS demonstrated a method invented by him and Mr A. TENOW, by which great slides of rocks could be photographed in polarized light (cfr this Bull. Vol. IX).

Mr R. SERNANDER spoke on the lake Hederviken in Upland and of the post-glacial history of the same.

**Meeting, November 1st 1909.**

Mr A. G. HÖGBOM gave a lecture of the post-glacial changes of climate in Northern Europe.

**Meeting, November 11th 1909.**

Mr B. ERIKSON read a paper on a fossiliferous deposit from Bollnäs in Hälsingland which is covered by till and probably must be interpreted as inter-glacial.

**Meeting, November 25th 1909.**

Mr P. QUENSEL spoke on the late glacial history of the South American Cordillera, especially dwelling upon the influence of the glaciation on the present watershed (cfr this Bull. Vol. IX).

**Meeting, December 8th 1909.**

Mr A. G. HÖGBOM read a paper on the plutonic and neptunistic ideas of the Swedish scientists of the eighteenth century.

---

The Bulletin is sent to the following Societies, Institutions, etc.  
Those marked with a \* kindly send their publications in return.

- Abbeville.** \*Société d'émulation.  
**Acireale.** \*Accademia di scienze, lettere ed arti degli Zelanti.  
**Adelaide.** \*The public library, museum and art gallery of S. Australia.  
— \*South Australian school of mines and industries and technological museum.  
**Agen.** Société d'agriculture, sciences et arts.  
**Agram.** \*Südslav. Akademie der Wissenschaften und Künste.  
— \*Kroatisches National-Museum.  
— \*Kroatischer Naturforscher-Verein.  
**Aix-en-Provence.** \*Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres.  
**Alais.** \*Société scientifique et littéraire.  
**Albany.** \*New York state library.  
— \*Geological survey of the state of New York.  
**Albion.** New York state museum.  
**Albuquerque, N. M.** \*University of New Mexico.  
**Altona.** \*Altonaer Museum.  
**Amiens.** \*Académie des sciences, belles-lettres et arts.  
**Amsterdam.** \*K. Nederlandsch aardrijkskundig genootschap.  
**Angers.** \*Société nationale d'agriculture, sciences et arts.  
— \*Société d'études scientifiques.  
**Annanarivo.** Madascaria.  
**Anvers.** \*Société Royale de géographie.  
**Archangel'sk.** \*Obščestvo izučenija ruskago severa.  
**Arras.** \*Académie des sciences, lettres et arts.  
**Augsburg.** \*Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben und Neuburg.  
**Austin.** \*Texas academy of science.  
— Geological survey of Texas.  
**Autun.** Société Éduenne des lettres, sciences et arts.  
**Auxerre.** \*Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.  
**Avignon.** \*Académie de Vaucluse.  
**Bagnères-de-Bigorre.** \*Société Ramond.  
**Bahia.** \*Instituto geographico e historico.  
**Baltimore.** \*Peabody institute.  
— Geographical society.  
— \*Maryland geological survey.  
— \*Johns Hopkins university.
- Bamberg.** \*Naturforschende Gesellschaft.  
**Barcelona.** \*Real academia de ciencias y artes.  
— \*Institució catalana d'història natural.  
**Bar-le-Duc.** \*Société des lettres, sciences et arts.  
**Basel.** \*Naturforschende Gesellschaft.  
**Bastia.** Société des sciences historiques et naturelles de la Corse.  
**Batavia.** \*K. natuurkundig vereeniging.  
**Bath.** \*Natural history and antiquarian field club.  
— International journal of microscopy and natural science.  
**Bautzen.** \*Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.  
**Bayonne.** Société des sciences, lettres et arts.  
**Beauvais.** Société académique d'archéologie, sciences et arts.  
**Belfast.** \*Natural history and philosophical society.  
**Belfort.** Société Belfortaine d'émulation.  
**Belgrad.** \*Académie Royale de Serbie.  
— \*Serbische geologische Gesellschaft.  
— \*Institut géologique de l'université Royale  
**Bergen.** \*Museum.  
**Berkeley.** \*University of California.  
**Berlin.** \*Königliche Bibliothek.  
— \*Gesellschaft für Erdkunde.  
— \*Gesellschaft für Heimatkunde der Provinz Brandenburg.  
— \*Deutsche geologische Gesellschaft.  
— Kolonial-wirtschaftliches Komitee.  
— \*K. Preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie.  
— \*Märkisches Provinzial-Museum.  
— \*Geographisches Institut an der Universität.  
— \*Naturae novitates.  
— Koloniale Zeitschrift.  
**Bern.** \*Geographische Gesellschaft.  
— Schweizerische geologische Gesellschaft.  
— \*Naturforschende Gesellschaft.  
— \*Allg. Schweizer. Gesellschaft f. d. gesammten Naturwissenschaften.  
**Berwick.** \*Berwickshire naturalists' club.  
**Besançon.** \*Académie des sciences, belles-lettres et arts.  
— \*Société d'émulation du Doubs.

- Béziers.** \*Société d'études des sciences naturelles.
- Birmingham.** \*S. Staffordshire and E. Worcestershire institute of mining engineers.  
— \*Birmingham and Midland institute.  
— \*Natural history and philosophical society.
- Bologna.** \*R. Accademia delle scienze dell'Istituto.
- Bône.** \*Académie d'Hippone.
- Bonn.** \*Mineralogisches Museum und Institut der Universität.  
— \*Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande.
- Bordeaux.** \*Académie nationale des sciences, belles-lettres et arts.  
— \*Société Linnéenne.  
— \*Société philomathique.
- Boston.** \*Appalachian mountain club.  
— \*Massachusetts institute of technology.  
— \*Society of natural history.
- Bourges.** \*Société historique, littéraire, artistique et scientifique du Cher.
- Bremen.** \*Geographische Gesellschaft.
- Brest.** Société académique.
- Brisbane.** \*Government of Queensland.  
— \*Royal Geographical society of Australasia: Queensland branch.  
— \*Queensland museum.  
— \*Royal society of Queensland.
- Bristol.** \*British federated society of mining students.
- Brünn.** \*Mährische Museums-Gesellschaft.  
— \*Naturforschender Verein.
- Bruxelles.** \*Musée du Congo.  
— \*Musée Roy. d'histoire naturelle de Belgique.  
— \*Service géologique de Belgique.  
— \*Société d'études belgo-japonaise.  
— \*Société belge d'études coloniales.  
— \*Société Royale belge de géographie.  
— \*Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie.  
— \*Société Roy. des sciences médicales et naturelles.  
— \*Société scientifique de Bruxelles.
- Bryn Athyn, Pa.** \*Academy of the New Church.
- Buckhurst Hill.** Essex field club.
- Bucuresci.** \*Academia română.  
— Biuroulu geologicu.  
— \*Institutul geologic al României.  
— Muzeulu de geologie și de paleontologie.  
— Petroleum-Kommission.  
— \*Societate de științe.  
— \*Societate geografică Română.
- Budapest.** \*Ungarische Akademie der Wissenschaften.  
— \*K. Ungarische geologische Reichsanstalt.  
— \*Ungarische geographische Gesellschaft.  
— \*Ungarische geologische Gesellschaft.  
— \*Naturwissenschaftliche Gesellschaft.  
— \*Ungarisches National-Museum.
- Buenos Aires.** \*Instituto geografico argentino.  
— \*Ministerio de agricultura.
- Buenos Aires.** \*Museo nacional.  
— \*Sociedad científica argentina.
- Buffalo.** \*Buffalo society of natural sciences.
- Bury St. Edmunds.** Suffolk institute of archaeology and natural history.
- Caen.** Laboratoire de géologie de la faculté des sciences.
- Calcutta.** \*Indian museum.  
— \*Asiatic society of Bengal.  
— \*Geological survey of India.
- Camborne.** Mining association and institute of Cornwall.
- Cambrai.** \*Société d'émulation.
- Cambridge, Engl.** \*Philosophical society.
- Cambridge, Mass.** \*Peabody museum of archaeology.  
— \*Physical geography laboratory of Harvard university.  
— Mineralogical museum.
- Cape Town.** \*South African association for the advancement of science.  
— \*Geological commission.  
— \*Department of agriculture.  
— \*South African museum.  
— \*South African philosophical society.
- Carcassonne.** Société des arts et des sciences.  
— \*Société d'études scientifiques de l'Aude.
- Cardiff.** \*South Wales institute of engineers.  
— \*Cardiff naturalists' society.
- Catania.** \*Accademia Gioenia di scienze naturali.  
— \*Rivista italiana di paleontologia.
- Chabarovsk.** \*Section d'Amour de la Société Imp. russe de géographie.
- Châlons-sur-Marne.** \*Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du dép. de la Marne.
- Chalon-sur-Saône.** \*Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- Chambéry.** \*Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie.  
— \*Société d'histoire naturelle de Savoie.
- Chapel-Hill.** \*Elisha Mitchell scientific society.
- Charkov.** \*Imper. universitet.
- Charleroi.** \*Société paléontologique et archéologique.
- Chemnitz.** \*Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- Chicago.** \*Academy of sciences.  
— \*John Crerar library.  
— \*Field museum of natural history.  
— \*University: Department geology.
- Christchurch, New Zealand.** \*Canterbury museum.
- Chur.** \*Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
- Cincinnati.** \*Cincinnati museum association.  
— American association for the advancement of science.  
— \*Cincinnati society of natural history.
- Čita.** \*Section transbaikale de la Société Imp. russe de géographie.
- Clausthal.** Berg- und hüttenmännischer Verein Maja.

- Coimbra.** \*O Instituto.  
**Colmar.** \*Naturhistorische Gesellschaft.  
**Colorado Springs.** \*Colorado college.  
**Columbia.** \*University of Missouri.  
**Columbus.** \*Geological survey of Ohio.  
 — \*The Ohio naturalist.  
**Congleton.** \*North Staffordshire institute of mining and mechanical engineers.  
**Constantine.** Société de géographie.  
**Croydon.** \*Natural history and scientific society.  
**Czernowitz.** \*Bukowiner Landesmuseum.  
**Danzig.** \*Naturforschende Gesellschaft.  
 — \*Provinzial-Kommission zur Verwaltung der westpreussischen Provinzial-Museen.  
**Darmstadt.** \*Grossherzogl. Hessische geologische Landesanstalt.  
 — \*Verein für Erdkunde.  
**Davenport.** \*Davenport academy of natural sciences.  
**Dax.** \*Société de Borda.  
**Demerara.** Roy. agricultural and commercial society of British Guiana.  
**Denver.** \*Colorado scientific society.  
**Derby.** \*Chesterfield and Midland counties institution of engineers.  
**Des Moines.** Geological survey of Iowa.  
 — Iowa Academy of sciences.  
**Donaueschingen.** \*Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar und angrenzender Landesteile.  
**Dorpat.** \*Naturforschende Gesellschaft bei der Kais. Universität.  
**Dorchester.** Dorset natural history and antiquarian field club.  
**Douai.** \*Société d'agriculture, des sciences et des arts du dép. du Nord.  
 — \*Union géographique du Nord de la France.  
**Draguignan.** \*Société d'études scientifiques et archéologiques.  
**Dresden.** \*Gebirgsverein für die Sächsische Schweiz.  
 — \*General-Direktion der königl. Sammlungen für Kunst und Wissenschaft.  
 — \*Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.  
 — \*Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.  
 — \*Königl. mineralogisch-geolog. und prähistor. Museum.  
 — \*Verein für Erdkunde.  
**Dublin.** Institution of civil engineers of Ireland.  
 — \*The Irish naturalist.  
**Dudley.** \*Staffordshire iron and steel institute.  
**Duluth.** Historical and scientific association.  
**Dumfries.** \*Dumfriesshire and Galloway natural history and antiquarian society.  
**Dunedin.** New Zealand journal of science.  
**Edinburgh.** \*Edinburgh geological society.  
 — \*Royal society.  
 — Royal Scottish geographical society.  
 — \*Geological survey of Scotland.  
**Ekaterinburg.** \*Société ouralienne d'amateurs des sciences naturelles.  
**Elbeuf.** \*Société d'études des sc. naturelles.  
**Emden.** \*Naturforschende Gesellschaft  
**Épinal.** \*Société d'émulation du département des Vosges.  
**Erfurt.** \*K. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften.  
**Evanston, Ill.** \*Northwestern university.  
**Évreux.** \*Société libre d'agriculture, science, arts et belles-lettres.  
**Exeter.** Devon and Exeter institution for science, literature and art.  
**Firenze.** \*R. Istituto di studi superiori.  
 — Rivista scientifico-industriale.  
**Frankfurt a/M.** \*Senckenbergische naturforschende Gesellschaft.  
 — \*Verband deutscher Touristen-Vereine.  
 — \*Verein für Geographie und Statistik.  
**Frankfurt a/O.** \*Societatum littera.  
 — \*Naturwissenschaftlicher Verein.  
**Frauenfeld.** \*Thurgauische naturforschende Gesellschaft.  
**Freiberg (Sachsen).** \*K. Sächsische Bergakademie.  
 — Archiv für praktische Geologie.  
**Freiburg i. B.** \*Naturforschende Gesellschaft.  
 — \*Oberrheinischer geologischer Verein.  
**Gand.** \*Bibliothèque de l'université.  
 — Natuurwetenschappelijk Genootschap.  
**Gap.** \*Société d'études des Hautes-Alpes.  
**Garison-on-Hudson.** Science.  
**Geestemünde.** \*Verein für Naturkunde an der Unterweser.  
**Genève.** \*Institut national genevois.  
 — \*Société de géographie.  
**Genova.** Società ligure del Club alpino italiano.  
 — \*Società ligustica di scienze naturali e geografiche.  
**Gera.** \*Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften.  
**Giessen.** \*Oberhess. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.  
**Glasgow.** West of Scotland iron and steel institute.  
 — Geological society.  
 — \*Natural history society.  
 — \*Royal philosophical society.  
**Grahamstown, Cap Colony.** \*Albany museum.  
**Grand Forks.** Geological survey of North Dakota.  
**Graz.** \*Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.  
 — \*Montan-Zeitung.  
**Greifswald.** \*Geographische Gesellschaft.  
 — \*Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen.  
**Grenoble.** \*Laboratoire de géologie de la faculté des sciences.  
 — \*Société de statistique... de l'Isère.  
**Groningen.** \*Natuurkundig Genootschap  
**Guéret.** \*Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.  
**Görlitz.** \*Naturforschende Gesellschaft.  
**Göttingen.** \*K. Gesellschaft der Wissenschaften.

- Habana.** Academia de ciencias medicas, físicas y naturales.  
— \*Biblioteca nacional.
- Halifax.** \*Nova scotian institute of natural science.
- Halle a/S.** \*Kais. Leopoldinisch-Carolinische Akademie der Naturforscher.  
— \*Naturforschende Gesellschaft.  
— \*Provinzial-Museum der Provinz Sachsen.  
— \*Verein für Erdkunde.  
— Die Natur.
- Hamburg.** \*Geographische Gesellschaft.  
— \*Naturwissenschaftlicher Verein.
- Hamilton, N. B.** Mining institute of Scotland.
- Hanau.** Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde.
- Hannover.** Geographische Gesellschaft.  
— \*Naturhistorische Gesellschaft.
- Harlem.** Kolonial Museum.  
— \*Musée Teyler.  
— \*Société hollandaise des sciences exactes et naturelles.
- Hartford.** \*Connecticut state library.
- Helsingfors.** \*Geografiska föreningen.  
— \*Tekniska föreningen.  
— Universitetets geologiska institution.  
— \*Finlands geologiska kommission.  
— \*Societas pro fauna et flora fennica.  
— \*Sällskapet för Finlands geografi.  
— \*Turistföreningen i Finland.  
— \*Finska vetenskaps-societeten.
- Hereford.** The Woolhope naturalists' field club.
- Hermannstadt.** \*Siebenbürgischer Karpathenverein.  
— \*Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.  
— \*Verein für siebenbürg. Landeskunde.
- Hildesheim.** \*Roemer-Museum.
- Honolulu.** Bernice Pauahi Bishop museum.
- Houghton.** \*Michigan college of mines.  
— \*Geological survey of Michigan.
- Huddersfield.** Economic museum.
- Hull.** Hull scientific & field club.  
— \*Geological society.  
— Yorkshire naturalists' union.
- Huy.** \*Cercle des naturalistes hutois.
- Jassy.** \*Annales scientifiques de l'université.
- Jena.** \*Geographische Gesellschaft für Thüringen.  
— \*Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- Indianapolis.** Indiana academy of sciences.  
— Geological department of Indiana.
- Innsbruck.** \*Ferdinandeam für Tirol und Vorarlberg.
- Iowa City.** \*State university of Iowa.
- Irkutsk.** \*Section de la Sibérie orientale de la Société Imp. russe de géographie.
- Ishpeming.** \*Lake superior mining institute.
- Ithaca.** \*Science bulletins, Cornell university.
- Kairo.** \*Société Khédiviale de géographie.
- Karlsruhe.** \*Naturwissenschaftlicher Verein.  
— Grossherz. Badische geologische Landesanstalt.
- Kassel.** \*Verein für Erdkunde.
- Kazan.** \*Société des naturalistes à l'université Impériale.  
— \*Société physico-mathématique à l'université Impériale.
- Kiel.** \*Mineral. Institut der Universität.  
— \*Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.  
— \*Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein.  
— \*Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins.  
— \*Gaea.
- Kiev.** \*Société des naturalistes à l'université Impériale.
- Kingston, Jamaica.** Department of agriculture.  
— \*Institute of Jamaica.
- Kjøbenhavn.** \*Commissionen for Ledelsen af de geologiske og geografiske Undersøgelser i Grønland.  
— \*Dansk geologisk Forening.  
— \*Naturhistorisk Forening.  
— \*Mineralogisk Museum.  
— \*Det Kongel. Danske geografiske Selskab.  
— \*Det Kongel. Danske Videnskabernes Selskab.  
— \*Statsprøveanstalten.  
— \*Danmarks geologiske Undersøgelse.
- Klagenfurt.** \*Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten.
- Klausenburg.** \*Siebenbürgischer Museumverein.
- Krakau.** \*K. K. Akademie der Wissenschaften.
- Kristiania.** \*Norges geografiske Opmaalning.  
— \*Det Norske geografiske Selskab.  
— \*Den Norske Turistforening.  
— \*Videnskabs-Selskabet.  
— \*Norges geologiske Undersøgelse.  
— \*Universitetsbiblioteket.  
— Universitetets mineralogiske Institut.  
— \*Archiv for Matematik og Naturvidenskab.  
— \*Nyt Magazin for Naturvidenskaberne.
- Königsberg.** \*Provinzial-Museum der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft.
- Laibach.** Erdbebenwarte an der K. K. Staats-Oberrealschule.
- Laon.** Société académique.
- La Plata.** \*Biblioteca de la universidad nacional.  
— Facultad de ciencias físico-matemáticas de la universidad nacional.  
— \*Museo.
- La Rochelle.** \*Académie des belles-lettres, sciences et arts.
- Launceston.** Geological survey of Tasmania.
- Lausanne.** \*Laboratoire de géologie, géographie physique... de l'université.
- Lawrence.** \*Kansas university.
- Leeds.** \*Yorkshire geological society.  
— \*Philosophical and literary society.
- Le Havre.** \*Société géologique de Normandie.  
— \*Société de géographie commerciale.
- Leiden.** \*Geologisches Reichsmuseum.

- Leipa.** \*Nordböhmischer Exkursions-Klub.  
**Leipzig.** \*Naturforschende Gesellschaft.  
 — \*K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.  
 — Geologische Landesuntersuchung des Königreichs Sachsen.  
 — \*Verein für Erdkunde.  
 — \*Zeitschrift für angewandte Mikroskopie.  
**Le Mans.** Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe.  
**Lemberg.** \*Sevchenko-Gesellschaft der Wissenschaften.  
 — \*Société polonaise pour l'avancement des sciences.  
**Leoben.** \*K. K. Montanistische Hochschule.  
**Le Puy.** \*Société agricole et scientifique de la Haute-Loire.  
**Levallois-Perret.** \*Association des naturalistes.  
**Lexington.** Geological survey of Kentucky.  
**Liège.** \*Société géologique de Belgique.  
**Lille.** \*Société de géographie.  
 — \*Société géologique du Nord.  
 — Société des sciences, de l'agriculture et des arts.  
**Lima.** \*Cuerpo de ingenieros de minas del Perú.  
 — \*Sociedad geográfica.  
**Lincoln.** \*Nebraska academy of sciences.  
**Linz.** \*Museum Francisco-Carolinum.  
 — \*Verein für Naturkunde in Österreich ob der Enns.  
**Lisboa.** \*Academia Real das ciencias.  
 — \*Commissão dos serviços geológicos.  
 — \*D' Direcção dos serviços geodesicos e topographicos.  
 — \*Ministerio da marinha e ultramar: Commissão da cartographia.  
 — \*Sociedade de geographia.  
 — \*Société portugaise des sciences naturelles.  
**Liverpool.** Engineering society.  
 — \*Liverpool geological society.  
**London.** \*Geologists' association.  
 — \*Alpine club.  
 — \*Royal Colonial institute.  
 — \*Iron and steel institute.  
 — \*Institution of civil engineers.  
 — \*Institution of mechanical engineers.  
 — \*Institution of mining and metallurgy.  
 — \*British Museum.  
 — \*British Museum (natural history).  
 — Museum of practical geology.  
 — \*The City of London entomological and natural history society.  
 — \*R. Geographical society.  
 — \*Geological society.  
 — \*Linnean society.  
 — \*Mineralogical society.  
 — \*Royal society.  
 — \*Selborne society.  
 — \*Geological survey of the United Kingdom.  
 — The mining journal.  
 — Geological magazine.  
 — Nature.  
 — Science progress.
- Lons-le-Saunier.** Société d'émulation du Jura.  
**Lucca.** \*R. Accademia Lucchese di scienze, lettere ed arti.  
**Lübeck.** \*Naturhistorisches Museum.  
**Lüneburg.** \*Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg.  
**Lund.** \*Universitetets geologisk-mineralogiska institution.  
**Luxembourg.** \*Institut Royal-Grand-Ducal: Section d. sciences naturelles et mathém.  
 — Verein Luxemburger Naturfreunde.  
**Lyon.** \*Bibliothèque de l'Université.  
 — \*Muséum d'histoire naturelle.  
 — \*Société de géographie.  
**Mâcon.** \*Académie de Mâcon.  
**Madison.** \*University of Wisconsin.  
**Madras.** \*Government museum.  
 — Madras literary society.  
**Madrid.** \*Comisión del mapa geológico de España.  
 — \*Ministerio de instrucción pública y bellas artes.  
 — \*Real Sociedad geográfica.  
 — \*Real Sociedad Española de historia natural.  
**Magdeburg.** \*Naturwissenschaftlicher Verein.  
**Manchester.** \*Manchester geological and mining society.  
 — \*University of Manchester.  
 — \*Manchester geographical society.  
**Manila.** \*Bureau of science.  
 — \*Observatorio de Manila.  
**Mannheim.** Verein für Naturkunde.  
**Mantova.** \*R. Accademia Virgiliana.  
**Marburg.** \*Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften.  
**Marlborough.** \*Marlborough College natural history society.  
**Marseille.** \*Bibliothèque de la faculté des sciences.  
 — \*Institut colonial.  
 — \*Musée d'histoire naturelle.  
 — Société scientifique industrielle.  
**Melbourne.** Field naturalists' club of Victoria.  
 — \*Departement for mines.  
 — \*Australasian institute of mining engineers.  
 — \*National museum.  
 — \*R. Geographical society of Australasia: Victorian branch.  
 — Geological society of Australasia.  
 — \*Royal society of Victoria.  
 — \*Geological survey of Victoria.  
 — \*Australian mining standard.  
**Meriden.** \*Scientific association.  
**Metz.** \*Société d'histoire naturelle.  
 — \*Verein für Erdkunde.  
**México.** Academia mexicana de ciencias exactas, físicas y naturales.  
 — \*Biblioteca nacional.  
 — \*Instituto geológico de México.  
 — \*Museo nacional.  
 — \*Sociedad científica «Antonio Alzate».  
 — Sociedad mexicana de historia natural.  
 — Société de géographie.



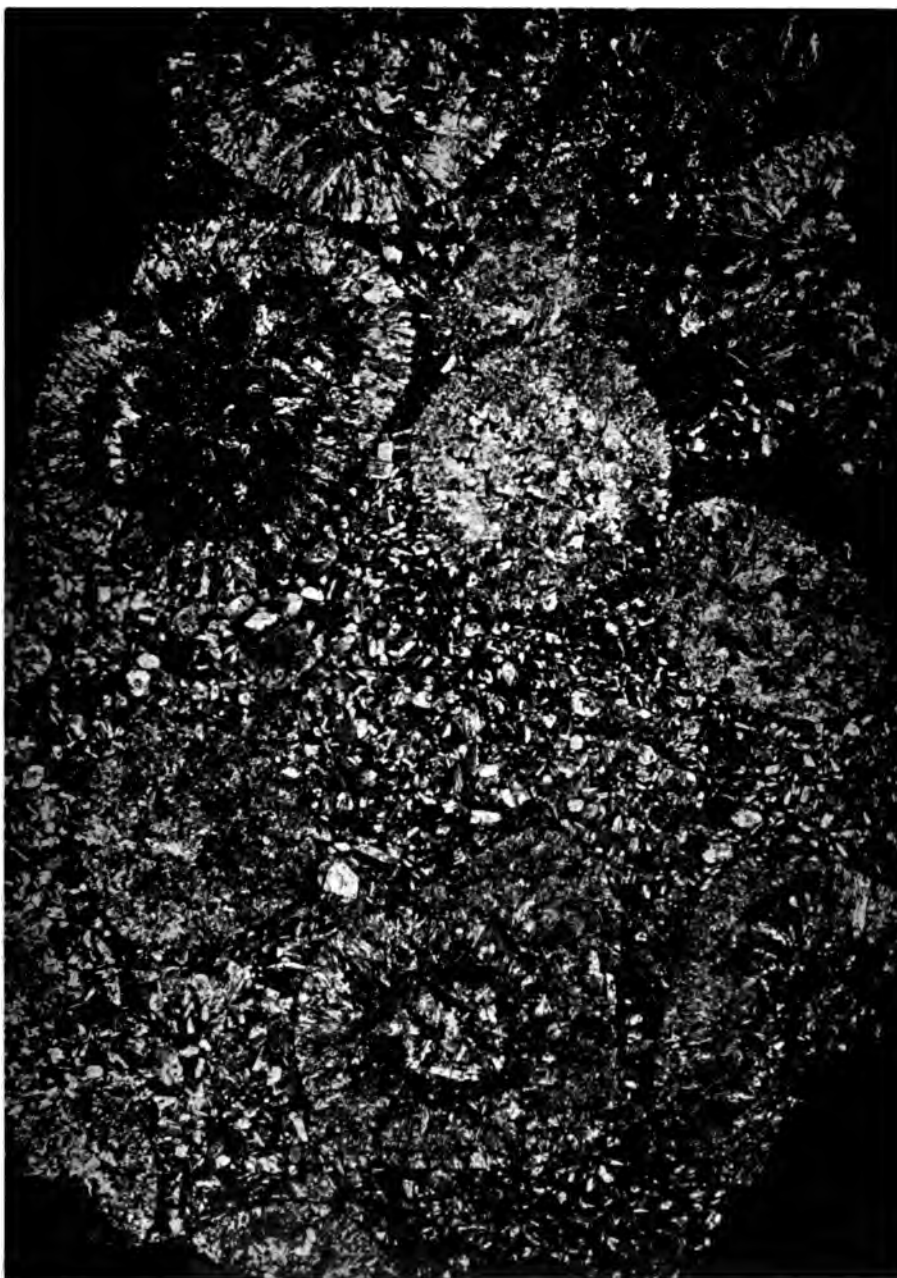
- Middelburg.** \*Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen.
- Milano.** \*Società italiana di scienze naturali.
- Milwaukee.** \*Public museum.
- Minneapolis.** \*Minnesota academy of natural sciences.  
— \*Geological and natural history survey of Minnesota.  
— \*University of Minnesota.
- Missoula.** \*University of Montana.
- Modena.** \*Società dei naturalisti.
- Montauban.** \*Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne.
- Montbéliard.** \*Société d'émulation.
- Montevideo.** \*Museo nacional.
- Montpellier.** \*Académie des sciences et lettres.  
— \*Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault.  
— \*Société languedocienne de géographie.
- Montreal.** \*Natural history society.  
— \*McGill university.
- Morgantown.** \*West Virginia geological survey.
- Moskva.** \*Société Imp. des amis des sciences naturelles, de l'anthropologie et de l'ethnographie à l'université Imp.  
— \*Bibliothèque de l'université Imp.  
— \*Musées public et Roumiantzow.  
— \*Société Imp. des naturalistes.
- Moulins.** Société d'émulation du dép. de l'Allier.  
— \*Revue scientifique du Bourbonnais.
- München.** \*Geognostische Abteilung des K. Bayr. Oberbergamtes.  
— \*Geographische Gesellschaft.
- Münster.** \*Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
- Nancy.** \*Académie de Stanislas.  
— \*Société de géographie de l'Est.
- Nantes.** \*Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure.  
— \*Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
- Napoli.** \*Accademia Pontaniana.  
— \*R. Istituto d'incoraggiamento.  
— \*Società africana d'Italia.  
— \*Società di naturalisti.  
— \*Società Reale.
- Neuchâtel.** \*Société de sciences naturelles.  
— \*Société Neuchâteloise de géographie.
- New Brighton.** \*Natural science association of Staten Island.
- Newcastle-upon-Tyne.** \*North of England institute of mining and mechanical engineers.  
— \*Institution of mining engineers.  
— \*Natural history society of Northumberland, Durham and Newcastle-upon-Tyne.  
— \*The Tyneside geographical society.
- Nevers.** Société nivernaise des lettres, sciences et arts.
- New Haven.** \*Connecticut academy of arts and sciences.  
— \*American journal of science.
- New Orleans.** \*Louisiana academy of science.
- New York.** \*New York academy of sciences.  
— Agassiz association.  
— \*American institute of mining engineers.  
— \*Geological department of Columbia university.  
— \*American museum of natural history.  
— \*American chemical society.  
— \*Linnean society.  
— Microscopical society.  
— The Scientific American.  
— The engineering and mining journal.  
— \*Engineering magazine.  
— Popular science monthly.  
— School of mines quarterly.
- Nice.** \*Société des lettres, sciences et arts des Alpes-Maritimes.
- Nîmes.** \*Académie de Nîmes.  
— \*Société d'études des sciences naturelles.
- Northampton.** \*Northamptonshire natural history society.
- Norwich.** \*Norfolk & Norwich naturalists' society.
- Novo-Alexandria.** \*Annuaire géologique et minéralogique de la Russie.
- Nürnberg.** \*Naturhistorische Gesellschaft.
- Oberlin.** \*Oberlin College.
- Odessa.** \*Club alpin de Crimée.  
— \*Société des naturalistes de la nouvelle Russie.
- Omsk.** \*Section de la Sibérie occidentale de la Société Imp. russe de géographie.
- Oran.** \*Société de géographie et d'archéologie.
- Oregon City.** The Oregon naturalist.
- Orléans.** Société d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts.
- Osnabrück.** \*Naturwissenschaftlicher Verein.
- Ottawa.** Field naturalists' club.  
— \*Geological survey of Canada.
- Ouro Petro.** Escola de minas.
- Padova.** \*R. Accademia di scienze, lettere ed arti.  
— \*Accademia scientifica veneto-trentino-istriana.  
— \*Rivista di mineralogia e cristallografia Italiana.
- Palermo.** \*R. Accademia di scienze, lettere e belle arti.  
— Annales de géologie et de paléontologie.
- Pará.** \*Museu paraense de historia natural e ethnografia.
- Paris.** \*Association française pour l'avancement des sciences.  
— \*Bibliothèque nationale.  
— \*Bibliothèque Sainte-Geneviève.  
— \*Club alpin français.  
— Touring club.  
— \*Commission internat. de bibliographie géologique.  
— \*Ecole nationale des mines.  
— \*Ecole normale supérieure.  
— L'Institut de France.  
— \*Muséum d'histoire naturelle.  
— \*Service de la carte géologique de la France.  
— \*Service des topographies souterraines.  
— Société des agriculteurs de France.

- Paris.** \*Société d'encouragement pour l'industrie nationale.  
 — Société d'études scientifiques.  
 — \*Société de géographie.  
 — \*Société française de minéralogie.  
 — \*Société géologique de France.  
 — \*Société philomathique.  
 — \*Société de spéléologie.  
 — \*Annales de géographie.  
 — \*Annales des mines.  
 — Annales de paléontologie.  
 — \*Feuille des jeunes naturalistes.  
 — \*Le Moniteur scientifique.  
 — Le Naturaliste.  
 — Revue de l'enseignement des sciences.  
 — Revue de Madagascar.  
 — \*Revue générale des sciences pures et appliquées.  
 — Revue scientifique.  
 — Revue scientifique de la France et de l'étranger.  
 — Revue des sciences naturelles de l'Ouest.
- Penzance.** \*Roy. geological society of Cornwall.
- Perpignan.** \*Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
- Perth.** \*Geological survey of W. Australia.
- Peterborough.** \*Natural history, scientific and archaeological society.
- Philadelphia.** \*Academy of natural sciences.  
 — Franklin institute.  
 — Wagner free institute of science.  
 — \*The Philadelphia museums.  
 — \*Geographical society.  
 — \*American philosophical society for promoting useful knowledge.  
 — \*University of Pennsylvania.
- Pietermaritzburg.** \*Natal government museum.
- Pisa.** \*R. Biblioteca universitaria.  
 — Museo geologico.  
 — \*Società toscana di scienze naturali.  
 — \*Rivista di fisica, matematica e scienze naturali.
- Pittsburg.** Academy of science and art.  
 — \*Carnegie museum.  
 — \*Engineers' society of Western Pennsylvania.
- Portici.** \*R. Scuola superiore di agricoltura.
- Portland.** \*Portland society of natural history.
- Porto.** \*Academia polytechnica.  
 — Annaes de ciencias naturaes.
- Port-of-Spain.** \*Victoria institute of Trinidad.
- Prag.** \*Böhmische Kaiser Franz-Joseph-Akademie.  
 — \*Kön. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.  
 — \*Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.  
 — \*Böhmisches Nationalmuseum.  
 — \*Geographisches Seminar an der K. K. Böhmischen Karl Ferdinand-Universität.  
 — \*Deutscher naturwissenschaftlich-medizinischer Verein »Lotus».
- Princeton.** \*Princeton university.
- Pusa.** \*Agricultural research institute.
- Quebec.** \*Société de géographie.  
 — \*Le Naturaliste canadien.
- Regensburg.** \*Naturwissenschaftlicher Verein.
- Reichenbach i. V.** Vogtländischer Verein für allgemeine und specielle Naturkunde.
- Reichenberg.** \*Verein der Naturfreunde.
- Reims.** \*Société d'études des sciences naturelles.
- Rennes.** \*Bibliothèque de l'université.
- Reykjavik.** \*Lärda skolan.
- Riga.** \*Naturforscher-Verein.
- Rio de Janeiro.** \*Instituto historico e geographico brasileiro.  
 — \*Museo nacional.  
 — Section de la société de géographie de Lisbonne.  
 — \*Sociedade de geographia.
- Rochechouart.** \*Société Les amis des sciences et arts.
- Rochefort.** \*Société de géographie.
- Rodez.** \*Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron.
- Rolla.** \*Geological survey of Missouri.
- Roma.** \*R. Accademia dei Lincei.  
 — \*Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei.  
 — \*R. Comitato geologico d'Italia.  
 — \*Società geografica italiana.  
 — \*Società geologica italiana.  
 — \*Società italiana delle scienze (detta dei XL).  
 — Bulletino del vulcanismo.  
 — \*Cosmos.  
 — Rassegna delle scienze geologiche in Italia.
- Rostock.** \*Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.
- Rotterdam.** \*Bataafsch genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte.
- Rouen.** Académie des sciences, belles-lettres et arts.  
 — Société des amis des sciences naturelles.  
 — \*Société normande de géographie.
- Rovereto.** \*Accademia I. R. degli Agiati.  
 — \*Museo civico.
- Saigon.** \*Société des études indo-chinoises.
- Saint-Brieuc.** \*Société d'émulation des Côtes-du-Nord.
- Saint-Dié.** \*Société philomathique vosgienne.
- Saint-Étienne.** \*Société de l'industrie minière.
- Saint John.** \*Natural history society of New Brunswick.
- Saint Louis.** \*Academy of science.  
 — Association of engineering societies.
- Saint-Quentin.** Société académique des sciences, arts, belles-lettres, agriculture et industrie.
- Salzburg.** \*Gesellschaft für Salzburger Landeskunde.
- San Diego.** California state mining bureau.
- San Francisco.** \*California academy of sciences.  
 — \*Sierra club.

- San Francisco.** Geographical society of California.  
— \*Geographical society of the Pacific.
- San José.** \*Instituto físico-geográfico nacional.  
— \*Museo nacional.
- Sankt Gallen.** \*Ostschweizerische geograph.-commerc. Gesellschaft.  
— \*Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- Sankt Petersburg.** \*Académie Impériale des sciences.  
— \*Comité géologique.  
— \*Commission sismique permanente.  
— \*Kaiserl. mineralogische Gesellschaft.  
— \*Gornyj institut.  
— \*Musée géologique Pierre le Grand près l'Académie Imp. des sciences.  
— \*Société Imp. russe de géographie.  
— \*Musée géologique de l'université Imp.  
— \*Société des naturalistes à l'université Imp.  
— \*Kaiserl. Universitäts-Bibliothek.
- Santiago de Chile.** \*Biblioteca nacional.  
— \*Museo nacional de Chile.  
— \*Société scientifique du Chili.  
— \*Sociedad científica alemana.  
— \*Revista chilena de historia natural.
- Santiago de Compostela.** \*Instituto general y técnico.
- São Fiel.** \*Collegio de São Fiel.
- São Paulo.** \*Commissão geographica e geologica.  
— \*Instituto historico e geographico.  
— \*Museu Paulista.  
— \*Sociedade scientifica.
- Sarajevo.** \*Bosnisch-Herzegovinisches Landesmuseum.
- Shanghai.** \*China branch of the Royal Asiatic society.
- Sheffield.** \*Midland institute of mining civil and mechanical engineers.
- Springfield, Ill.** \*Illinois state museum of natural history.  
— \*Geological survey of Illinois.
- Springfield, Mass.** \*Museum of natural history.
- Stanford University.** \*Leland Stanford junior university.
- Stavanger.** \*Museum.
- Stettin.** \*Gesellschaft für Völker- und Erdkunde.
- Stockholm.** \*Geologiska föreningen.  
— \*Stockholms högskolas mineralogisk-geologiska institution.  
— \*Kungl. tekniska högskolan.  
— \*Järnkontoret.  
— \*Svenska sällskapet för antropologi och geografi.  
— \*Sveriges geologiska undersökning.  
— \*Kungl. svenska vetenskapsakademien.
- Strassburg.** \*Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsass.  
— \*Geologische Landesanstalt von Elsass-Lothringen.  
— \*Kaiserl. Universitäts- und Landes-Bibliothek.  
— \*Geographisches Seminar der Universität.
- Stuttgart.** \*K. Statistisches Landesamt: Geologische Abteilung.  
— \*Oberrheinischer geologischer Verein.  
— \*Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.  
— Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.  
— \*Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Sydney.** \*Australasian association for the advancement of science.  
— \*Department of mines and agriculture of New South Wales.  
— \*Australian museum.  
— \*Linnean society of New South Wales.  
— \*Geological survey of New South Wales.
- Tananarive.** \*Académie malgache.
- Tarare.** Société des sciences naturelles.
- Taschkent.** \*Turkestanskij otděl Imp. ruskogo geografičeskogo obščestva.
- Tegucigalpa.** \*Biblioteca nacional de Honduras.
- Temesvár.** Süd-ungar. naturwissenschaftlicher Verein.
- Thonon-les-Bains.** \*Académie Chablaisienne.
- Tiflis.** \*Administration des mines.  
— \*Comité statistique du Caucase.  
— \*Section caucasienne de la Société Impériale russe de géographie.  
— \*Kaukasisches Museum.
- Tokyo.** \*Earthquake investigation committee.  
— \*Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.  
— \*Imperial museum.  
— \*Geographical society.  
— \*Geological society.  
— \*Imp. geological survey of Japan.  
— \*Imperial university.
- Torino.** \*R. Accademia di agricoltura.  
— \*Club alpino italiano.
- Toronto.** \*University.
- Toulon.** \*Académie du Var.
- Toulouse.** \*Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.  
— \*Faculté des sciences.  
— \*Société de géographie.  
— \*Société d'histoire naturelle.
- Tours.** \*Société de géographie.
- Trencsén.** \*Naturwissenschaftlicher Verein des Trencsener Comitates.
- Trento.** \*Biblioteca e museo comunali.  
— \*Società degli alpinisti tridentini.
- Trenton.** Natural history society.  
— \*Geological survey of New Jersey.
- Trieste.** \*Museo civico di storia naturale.  
— \*Società adriatica di scienze naturali.  
— \*Società alpina delle Giulie.
- Troickosavsk.** \*Section Troitzkosavsk-Kiakhta de la Société Imp. russe de géogr.
- Tromsø.** \*Museum.
- Trondhjem.** \*Det Kongel. Norske Videnskabers Selskab.
- Troppau.** Naturwissenschaftlicher Verein.

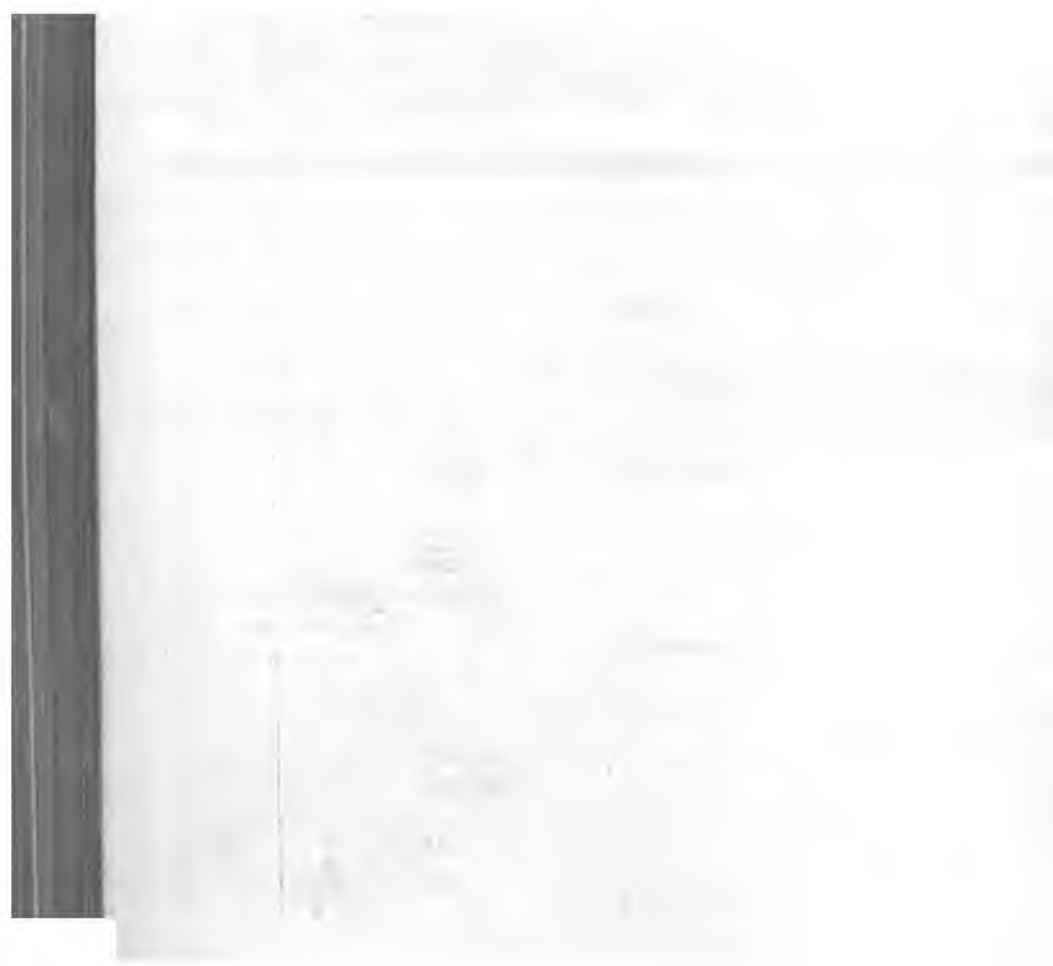
- Troyes.** Société académique d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres.  
**Truro.** \*Roy. Institution of Cornwall.  
**Tufts College.** \*Tufts college.  
**Tunis.** \*Institut de Carthage.  
**Udine.** \*Accademia di Udine.  
**Ulm.** \*Verein für Mathematik und Naturwissenschaften.  
**University, Ala.** Geological survey of Alabama.  
**Uppsala.** \*Kungl. vetenskaps-societeten.  
**Urbana.** \*Illinois state laboratory of natural history.  
 — \*University of Illinois.  
**Utrecht.** \*Provinciaal Utrechtsch genootschap van kunsten en wetenschappen.  
**Valenciennes.** Société d'agriculture, sciences et arts.  
**Vannes.** \*Société polymathique du Morbihan.  
**Washington.** \*National academy of sciences.  
 — \*Washington academy of sciences.  
 — \*U. S. Department of agriculture.  
 — \*Smithsonian institution.  
 — \*Library of congress.  
 — \*U. S. National museum.  
 — National geographic society.  
 — \*Geological society.  
 — \*Philosophical society.  
 — \*U. S. Coast and geodetic survey.  
 — \*U. S. Geological survey.  
**Watford.** \*Hertfordshire natural history society and field club.  
**Wellington.** New Zealand institute.  
 — \*Dominion museum.  
 — Wellington College: Natural science society.  
 — \*New Zealand geological survey.  
**Venezia.** \*R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.  
**Verdun.** \*Société philomathique.  
**Wernigerode.** \*Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes.  
**Versailles.** \*Société d'agriculture de Seine-et-Oise.  
**Vicenza.** Sezione di Vicenza del Club alpino italiano.  
**Wien.** \*Kaiserl. Akademie der Wissenschaften.  
 — \*Österreichischer Alpen-Klub.  
 — \*Deutscher und Österreichischer Alpenverein.  
 — \*Wissenschaftlicher Club.  
 — \*K. K. Geographische Gesellschaft.  
 — \*K. K. Technische Hochschule.  
 — \*K. K. Naturhistorisches Hofmuseum.  
 — \*K. K. Militär-geographisches Institut.  
 — \*K. K. Geologische Reichsanstalt.  
 — \*Österreichischer Touristen-Klub.  
 — \*Section für Naturkunde des Österreichischen Touristen-Klubs.  
 — \*Geographisches Institut a. d. Universität.  
 — \*Verein der Geographen a. d. Universität.  
 — \*Naturwissenschaftlicher Verein an der Universität.  
 — \*Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.  
 — Tschermak's mineralogische und petrographische Mitteilungen  
 — Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik.  
**Wiesbaden.** \*Nassauischer Verein für Naturkunde.  
**Winnipeg.** \*Historical and scientific society of Manitoba.  
**Vladivostok.** \*Gesellschaft für die Erforschung des Amurgebietes.  
**Wooster.** \*Ohio agricultural experiment station.  
**York.** \*Yorkshire philosophical society.  
 — \*Natural history journal.  
**Zaragoza.** \*Sociedad aragonesa de ciencias naturales.  
**Zürich.** \*Schweizer Alpen-Club.  
 — \*Antiquarische Gesellschaft.  
 — \*Naturforschende Gesellschaft.  
 — \*Schweizerische geologische Kommission.  
 — \*Alpina.





C. B. & O. T. photo.

Kugelgranit, in gekreuztem polarisiertem Licht; objektives Sehfeld =  $7 \times 10$  cm.  
(Vergr. = 1,8).









1. The first part of the document is a list of names and dates.

2.

3. The second part of the document is a list of names and dates.

4.

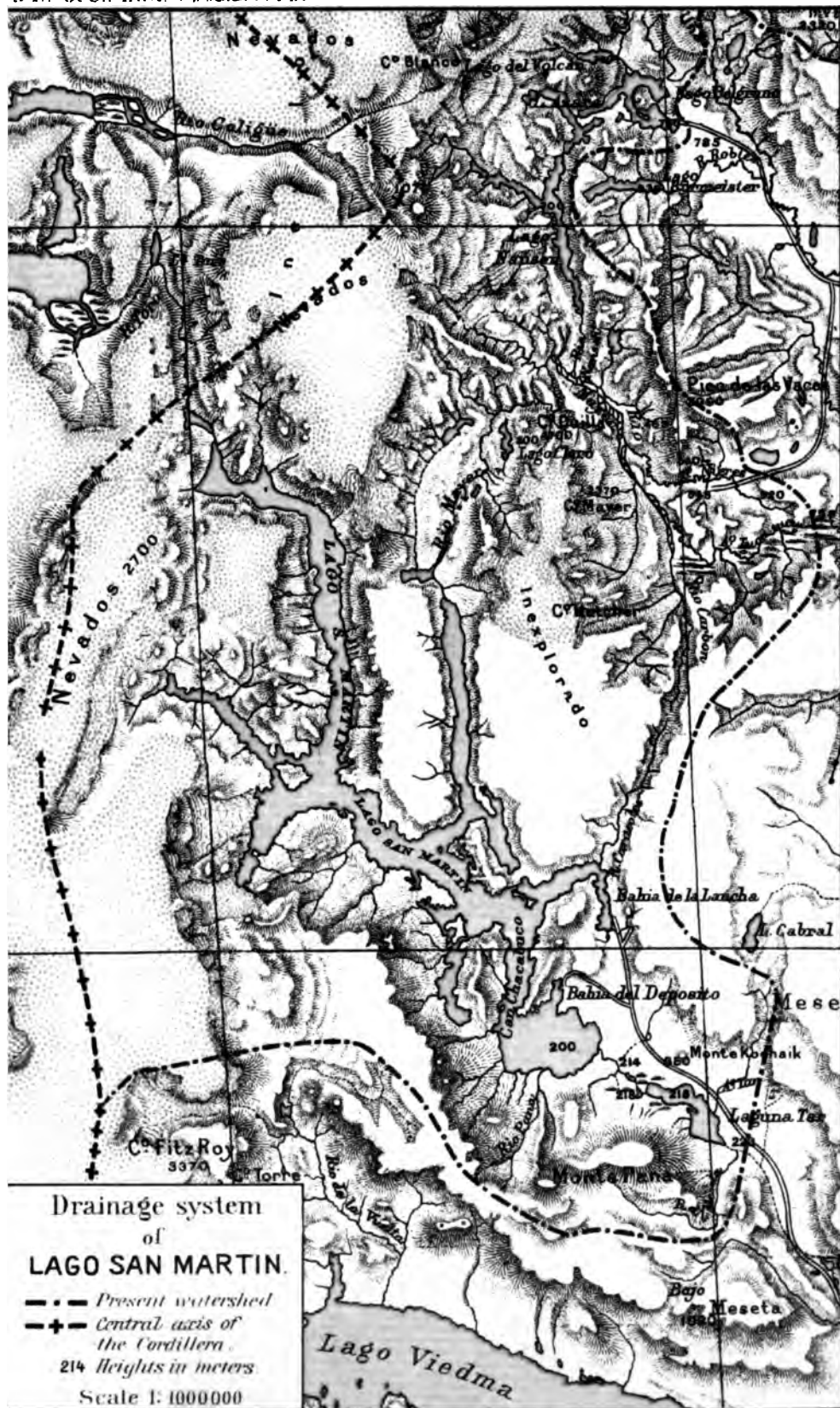
5.

6.

7.

8.

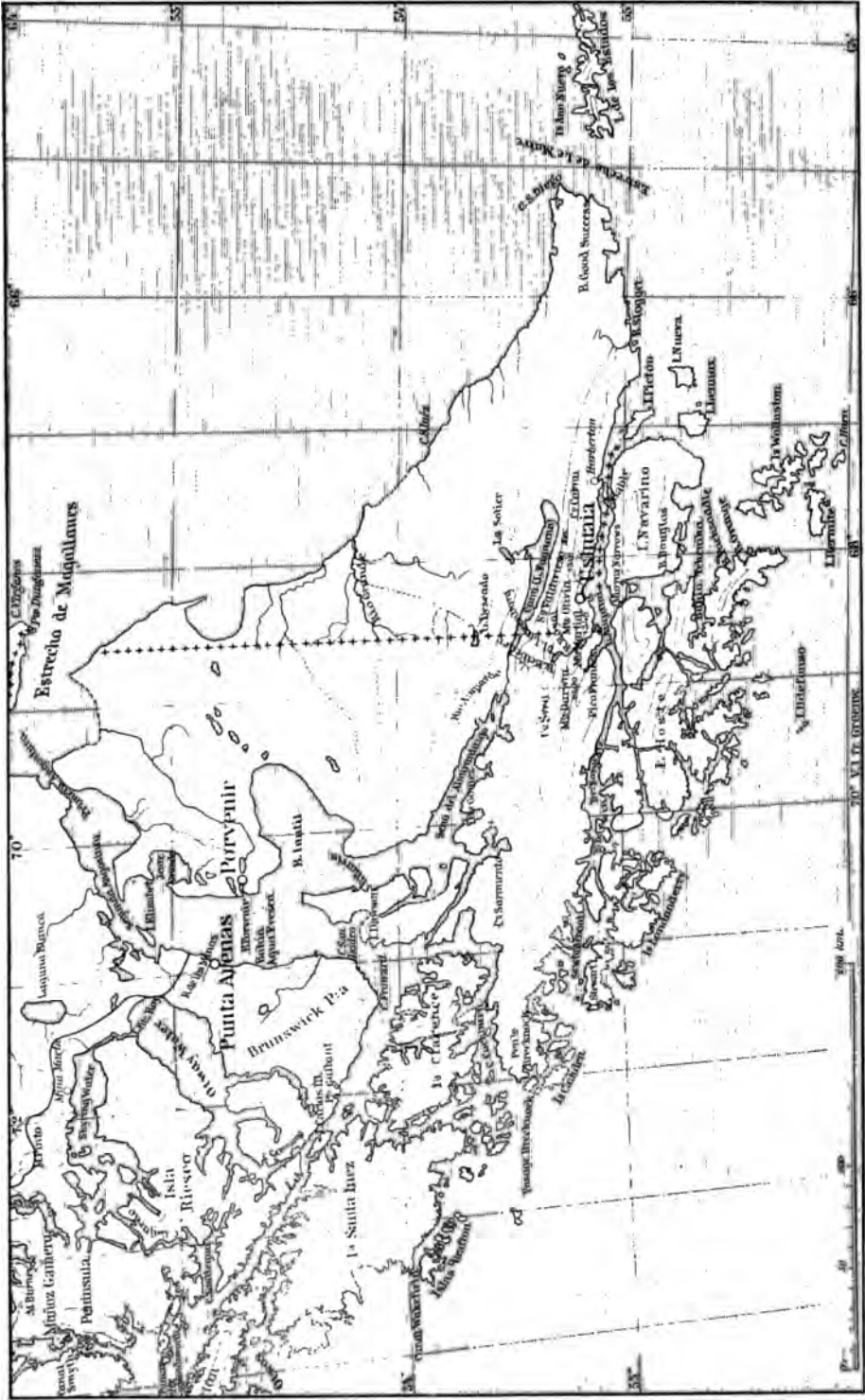
9.





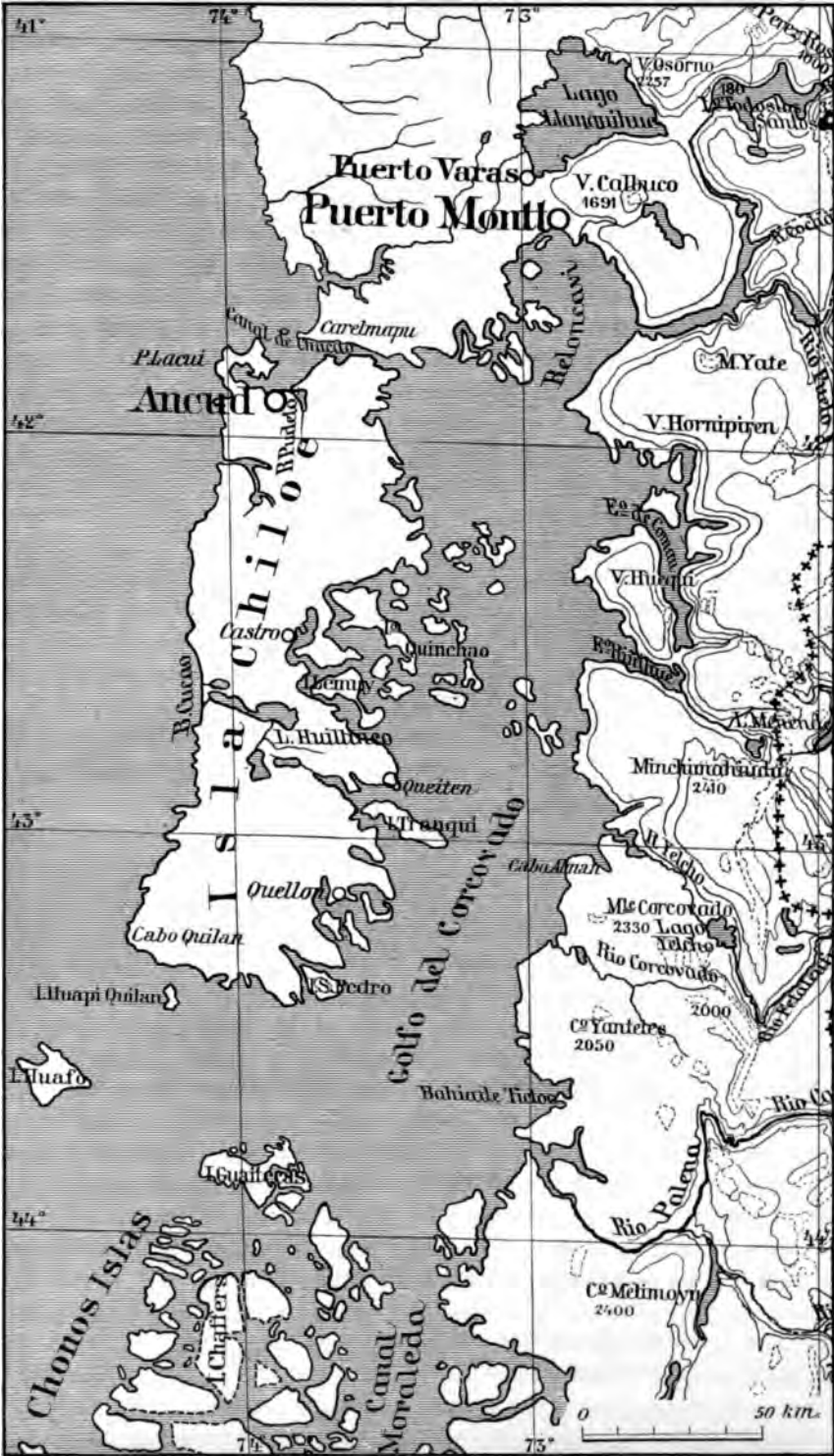






Map of Tierra del Fuego.

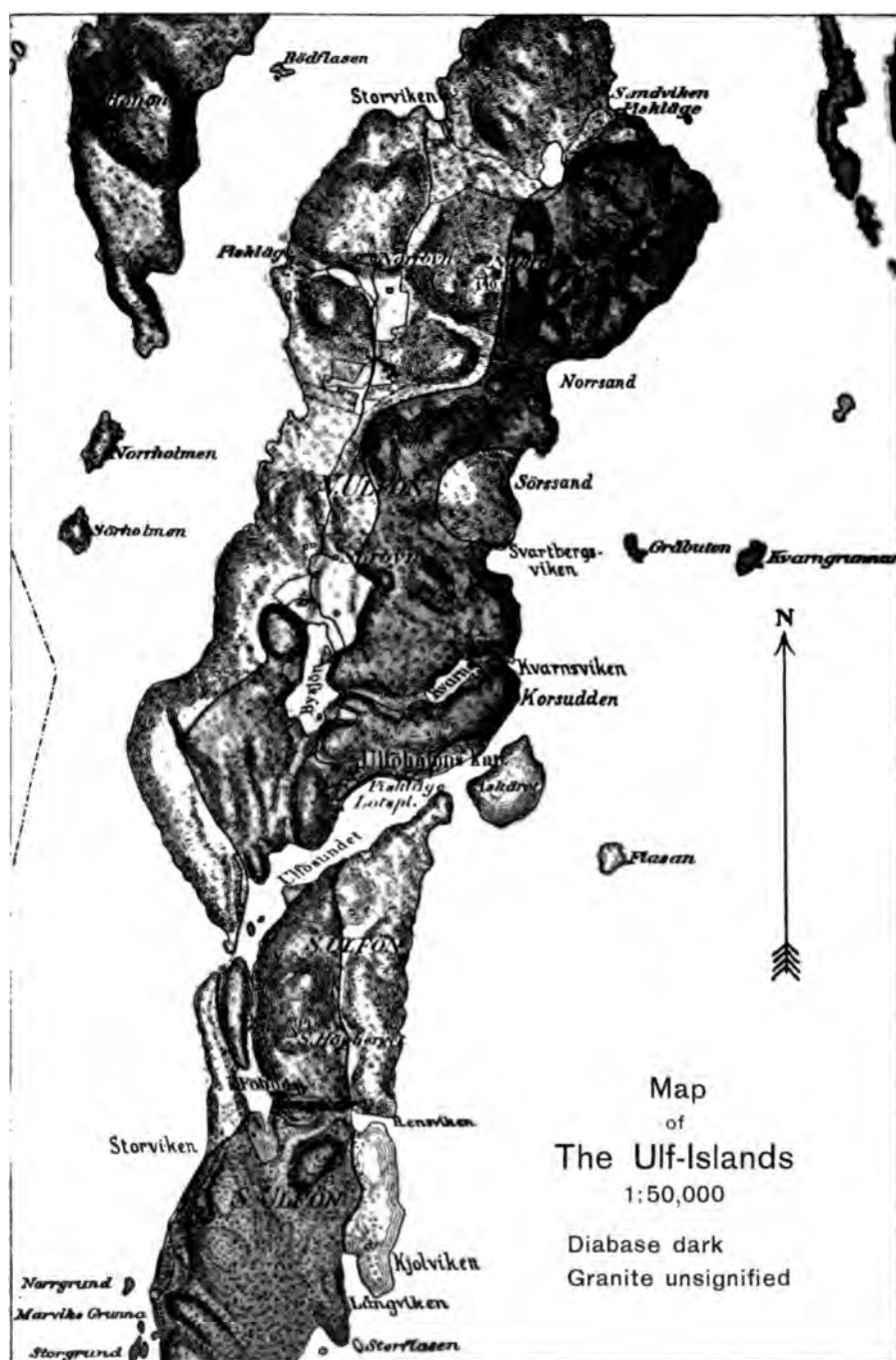
1



Map of Chile and surroundings









1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000

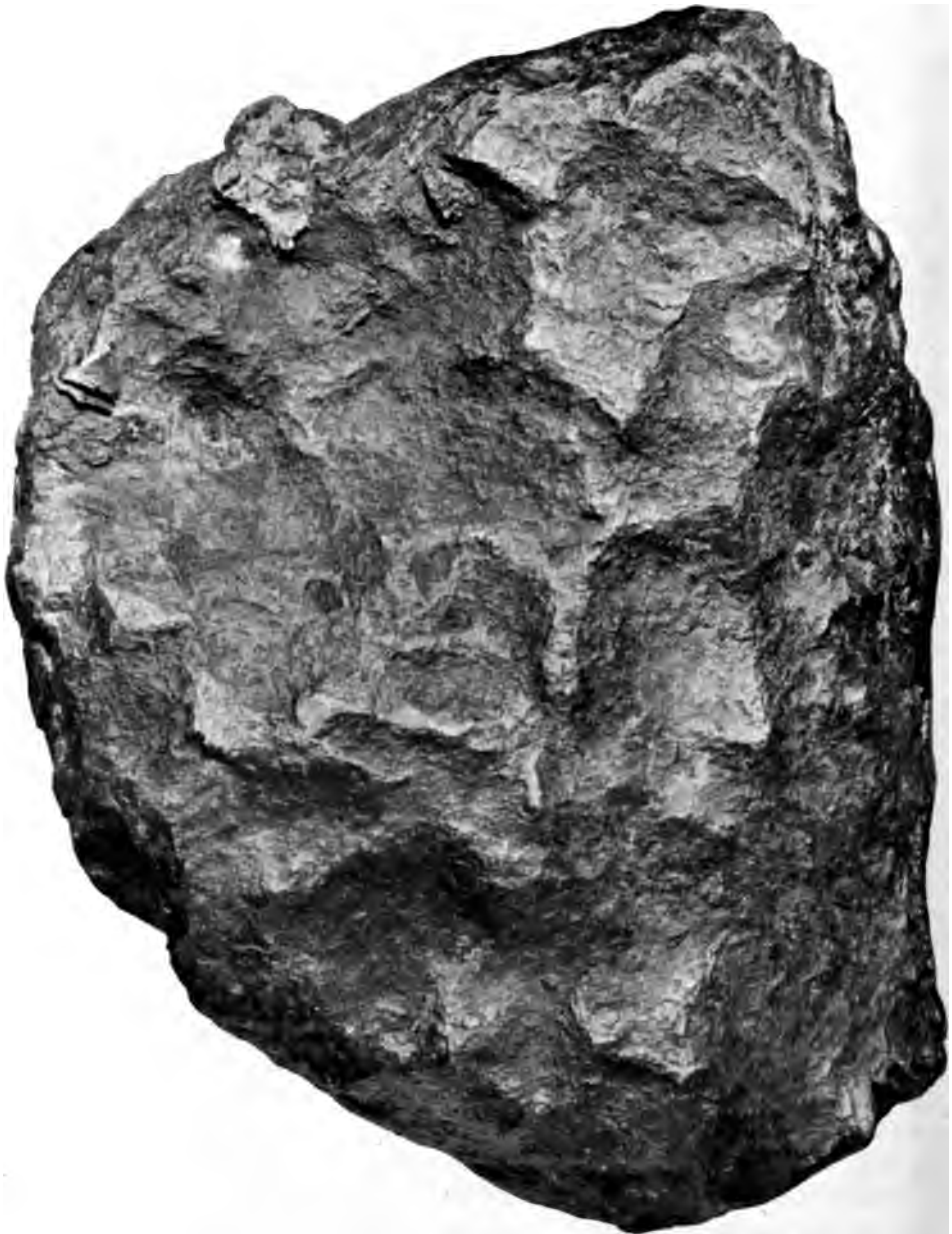


Fig. 2. Rückenseite des Eisenmeteorits. Natürl. Grösse.





## Table of Contents.

	Page
1. TENOW, OLOF A. A. Über zwei neue Vorkommen pyramidalen Calcite . . . . .	1—20
2. BENEDICKS, CARL und TENOW, OLOF. Einfache Methode, sehr ausgedehnte Präparate in polarisiertem Licht zu photographieren. (Tafel I). . . . .	21—23
3. HÄGG, RICHARD. Über relikte und fossile nördliche Binnenmollusken in Schweden . . . . .	24—33
4. WIMAN, CARL. Ein paar Labyrinthodontenreste aus der Trias Spitzbergens. (Tafel II) . . . . .	34—40
5. HÖGBOM, BERTIL. Einige Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen . . . . .	41—59
6. QUENSEL, P. D. On the influence of the ice age on the continental watershed of Patagonia (Plates III—IV) . . . .	60—92
7. HALLE, THORE, G. On Quaternary deposits and changes of level in Patagonia and Tierra del Fuego (Plates V—VI) .	93—117
8. SOPRAL, JOSE M. On the contact features of the Nordingrå massive (Plate VII) . . . . .	118—128
9. PHILIP, GRETA. On Relics in the Swedish Fauna . . . . .	129—145
10. WARBURG, ELSA. On relics in the Swedish Flora . . . . .	146—170
11. FRIES, THORE. Einige Beobachtungen über postglaciale Regionalverschiebungen im nördlichsten Schweden (Tafel VIII) .	171—182
12. NORDENSKJÖLD, IVAR. Der Pegmatit von Ytterby . . . . .	183—223
13. HÖGBOM, A. G. Über einen Eisenmeteorit von Muonionalusta im nördlichsten Schweden (Tafel IX) . . . . .	229—238
The Students Association of Natural Science, Upsala, Geological and Physico-Geographical Section . . . . .	239—242
Liste of exchanges . . . . .	243—251





